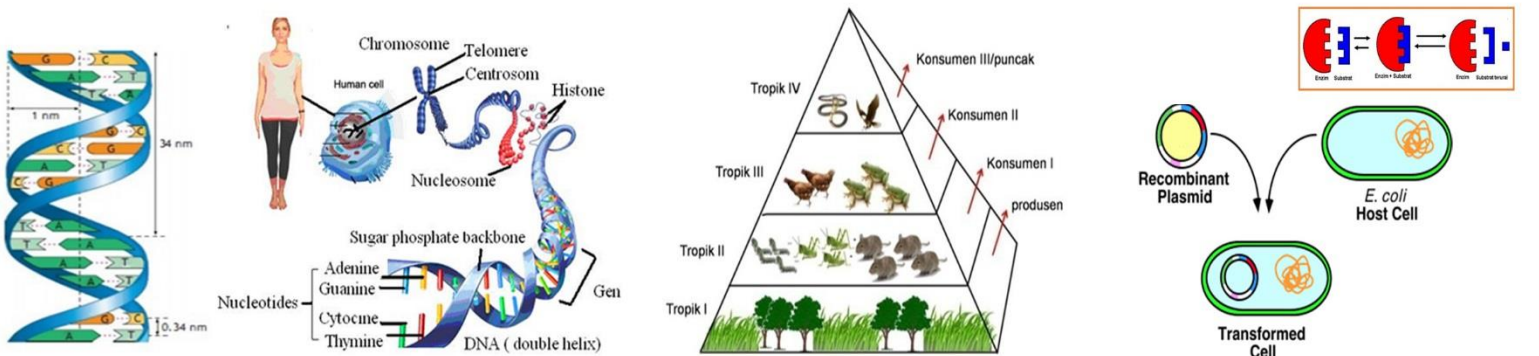




GURU PEMBELAJAR

MODUL MATA PELAJARAN BIOLOGI KESEHATAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN



Penulis: Nurhayati, S.Pd., dkk
KELOMPOK KOMPETENSI B
REPRODUKSI SEL, BIOTEKNOLOGI,
KULTUR JARINGAN TUMBUHAN

DASAR PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK



GURU PEMBELAJAR

**Modul Mata Pelajaran Biologi Kesehatan
Sekolah Menengah Kejuruan(SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI B

PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN
TENAGA KEPENDIDIKAN (PPPPTK) BISNIS DAN PARIWISATA
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



Penanggung Jawab :
Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd

KOMPETENSI PROFESIONAL

Penulis:
Nurhayati, S.Pd
085718814187
nuryex@gmail.com

Penelaah:
Profillia Putri, S.Si., M.Pd
081310384447
profillia72@yahoo.com

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Penulis:
Drs. Ahmad Hidayat, M.Si.
08158178384
hidayat.ahmad96@yahoo.com

Penelaah:
Dra. Budi Kusumawati, M.Ed
081384342094
budikusumawati@gmail.com

Layout & Desainer Grafis:
Tim

GURU PEMBELAJAR
MODUL MATA PELAJARAN
BIOLOGI KESEHATAN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)

Kelompok Kompetensi B

Kompetensi Profesional:
REPRODUKSI SEL,
BIOTEKNOLOGI,
KULTUR JARINGAN
TUMBUHAN

Kompetensi Pedagogik:
DASAR PEMBELAJARAN
YANG MENDIDIK

Copyright © 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga
Kependidikan Bisnis dan Pariwisata
Direktorat Jenderal Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk
kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru Profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985032001

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas selesainya penyusunan Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam rangka Pelatihan Guru Pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan bahan pembelajaran wajib, yang digunakan dalam pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK. Di samping sebagai bahan pelatihan, modul ini juga berfungsi sebagai referensi utama bagi Guru SMK dalam menjalankan tugas di sekolahnya masing-masing.

Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kesehatan SMK ini terdiri atas 2 materi pokok, yaitu: materi profesional dan materi pedagogik. Masing-masing materi dilengkapi dengan tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan dan kasus, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut, kunci jawaban serta evaluasi pembelajaran.

Pada kesempatan ini saya sampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan atas partisipasi aktif kepada penulis, editor, reviewer dan pihak-pihak yang terlibat di dalam penyusunan modul ini. Semoga keberadaan modul ini dapat membantu para narasumber, instruktur dan guru pembelajar dalam melaksanakan Pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK.

Jakarta, Februari 2016

Kepala PPPPTK Bisnis dan Pariwisata

Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd

NIP.195908171987032001

Daftar Isi

	Halaman
Kata Sambutan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Bagian I Kompetensi Profesional.....	1
Pendahuluan	2
A. Latar Belakang	2
B. Tujuan	3
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	3
Kegiatan Pembelajaran 1 Reproduksi Sel	6
A. Tujuan Pembelajaran.....	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi.....	7
D. Aktivitas pembelajaran.....	26
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	27
F. Rangkuman	31
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	32
Kegiatan Pembelajaran 2 Bioteknologi In Vitro	34
A. Tujuan Pembelajaran.....	34
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	34
C. Uraian Materi.....	34
D. Aktivitas Pembelajaran	39
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	39
F. Rangkuman	43
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	44
Kegiatan Pembelajaran 3 Kultur Jaringan Tumbuhan	119
A. Tujuan Pembelajaran.....	119

B. Indikator Pencapaian Kompetensi	119
C. Uraian Materi	119
D. Aktivitas Pembelajaran	131
E. Latihan/Kasus/Tugas	131
F. Rangkuman	133
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	134
Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas	135
Evaluasi	137
Daftar Pustaka.....	146
Glosarium	147
Bagian II Kompetensi Pedagogik.....	151
Pendahuluan	152
A. Latar Belakang	152
B. Tujuan	153
C. Peta Kompetensi	154
D. Ruang Lingkup	155
E. Cara Penggunaan Modul.....	155
Kegiatan Belajar 1 Teori Belajar, Prinsip-prinsip Belajar.....	157
A. Tujuan	157
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	157
C. Uraian Materi	157
D. Aktivitas Pembelajaran	164
E. Latihan dan Tugas	165
F. Rangkuman	165
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	166
Kegiatan Belajar 2 Pendekatan/Model Pembelajaran	168
A. Tujuan	168
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	168
C. Uraian Materi	168
D. Aktivitas Pembelajaran	184
E. Latihan dan Tugas	185
F. Rangkuman	187
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	188
Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas	190

Penutup	191
Evaluasi	192
Glosarium	193
Daftar Pustaka.....	195
Lampiran	196

Daftar Gambar

Halaman

Kompetensi Profesional

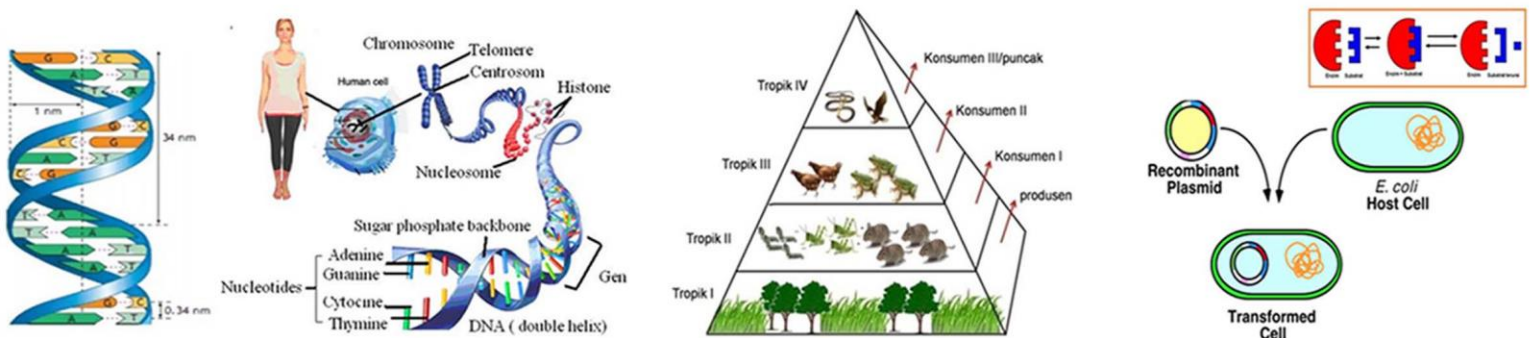
Gambar 1.1 Prophase	8
Gambar 1.2 Metaphase	8
Gambar 1.3 Anaphase.....	9
Gambar 1.4 Telophase	9
Gambar 1.5 prophase I.....	11
Gambar 1.6 Metaphase I	12
Gambar 1.7 anaphase I	13
Gambar 1.8 Telophase I	14
Gambar 1.9 Prophase II.....	15
Gambar 1.10 Metaphase II	16
Gambar 1.11 Anaphase II.....	17
Gambar 1.12 Telophase II	18
Gambar 3.1 pemilihan dan penyiapan tanaman induk sumber eksplan	124
Gambar 3.2 Inisiasi Kultur.....	125
Gambar 3.3 Sentrilisasi.....	126
Gambar 3.4 Multiplikasi atau perbanyakkan Propagul	126
Gambar 3.5 Pemanjangan Tunas	128
Gambar 3.6 Aklimatisasi	128

Kompetensi Pedagogik

Gambar 1. Peta Kompetensi.....	154
Gambar 2. Tahapan Belajar.....	165
Gambar 3. Keterkaitan Sikap, Pengetahuan, Keterampilan	169
Gambar 4. Pembelajaran Penemuan.....	170
Gambar 5. Perkembangan Berpikir Anak.....	170
Gambar 6. Perkembangan Bahasa dan Berpikir	171
Gambar 7. Langkah-langkah Pendekatan Saintifik	173
Gambar 8. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Proyek.....	182

Bagian I

Kompetensi Profesional



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru.

Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Penyusunan Modul Biologi pada diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

B. Tujuan

Setelah Anda menyelesaikan pembelajaran pada modul ini Anda diharapkan mampu :

1. Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara meiosis dan mitosis.
2. Menjelaskan proses kultur jaringan tumbuhan, manfaat kultur jaringan tumbuhan bagi manusia, kelemahan kultur jaringan tumbuhan bagi kehidupan manusia
3. Menjelaskan konsep bayi tabung, kelemahan pada proses bayi tabung, kelebihan pada proses bayi tabung

C. Peta Kompetensi

1. Memahami struktur (termasuk hubungan fungsional antar konsep) ilmu biologi dan ilmu-ilmu lain yang terkait

2. Menjelaskan penerapan hukum-hukum biologi dalam teknologi yang terkait dengan kimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari

D. Ruang Lingkup

Modul Biologi untuk diklat PKB tingkat dasar ini selanjutnya disebut Modul Biologi Grade 2 terdiri dari materi Reproduksi Sel, Bioteknologi In Vitro dan kultur jaringan.

E. Cara Penggunaan Modul

Modul Biologi Grade 2 diklat ini adalah substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk

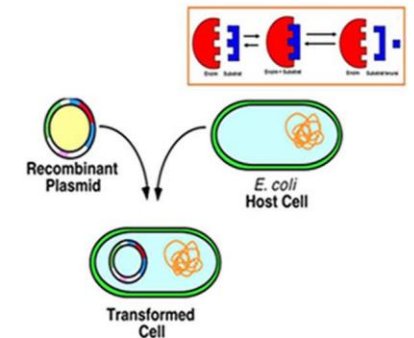
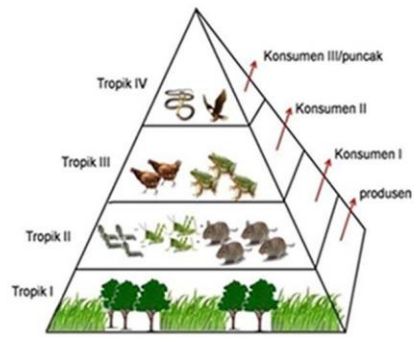
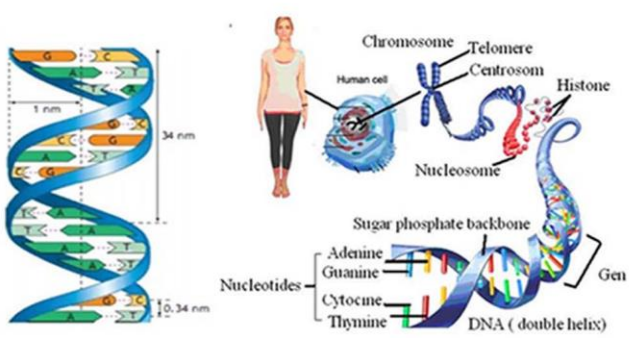
printed materials (bahan tercetak). Modul Biologi Grade 2 Diklat PKB ini berbeda dengan handout, buku teks, atau bahan tertulis lainnya yang sering digunakan dalam kegiatan pelatihan guru, seperti diktat, makalah, atau ringkasan materi/bahan sajian pelatihan. Modul Diklat PKB pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul Diklat PKB digunakan pada diklat PKB 4 (empat) tingkatan (*grade*) diklat baik yang dilakukan melalui diklat oleh lembaga pelatihan tertentu maupun melalui kegiatan kolektif guru yang terbagi menjadi 10 (sepuluh) tingkatan/*grade*.

Modul ini terdiri dari beberapa manfaat Mengatasi kelemahan sistem pembelajaran konvensional dalam pelatihan. Melalui modul Diklat ini peserta pelatihan diharapkan dapat berusaha untuk mencari dan menggali sendiri informasi secara lebih aktif dan mengoptimalkan semua kemampuan dan potensi belajar yang dimilikinya.

Konsentrasi belajar dalam kegiatan pelatihan guru menjadi amat penting agar peserta pelatihan tidak mengalami kesulitan pada saat harus menyelesaikan tugas-tugas atau latihan yang disarankan. Sistem pelatihan dengan menggunakan modul dapat mewujudkan proses belajar dengan konsentrasi yang lebih meningkat.

Dengan menggunakan modul diklat PKB kegiatan pembelajaran dapat disesuaikan dengan kesempatan dan kecepatan belajarnya masing-masing, sehingga peran motivasi belajar akan menjadi indikator utama yang dapat mendukung peserta pelatihan dalam mencapai kompetensi pelatihan secara tuntas (*mastery*).

Melalui penggunaan modul seorang instruktur / fasilitator / nara sumber dituntut untuk lebih kreatif dalam mempersiapkan rencana pembelajaran secara individual. Seorang instruktur / fasilitator / nara sumber pelatihan guru harus mampu berfikir secara kreatif untuk menetapkan pengalaman belajar apa yang harus diberikan agar dapat dirasakan oleh peserta pelatihan yang mempelajari modul tersebut.

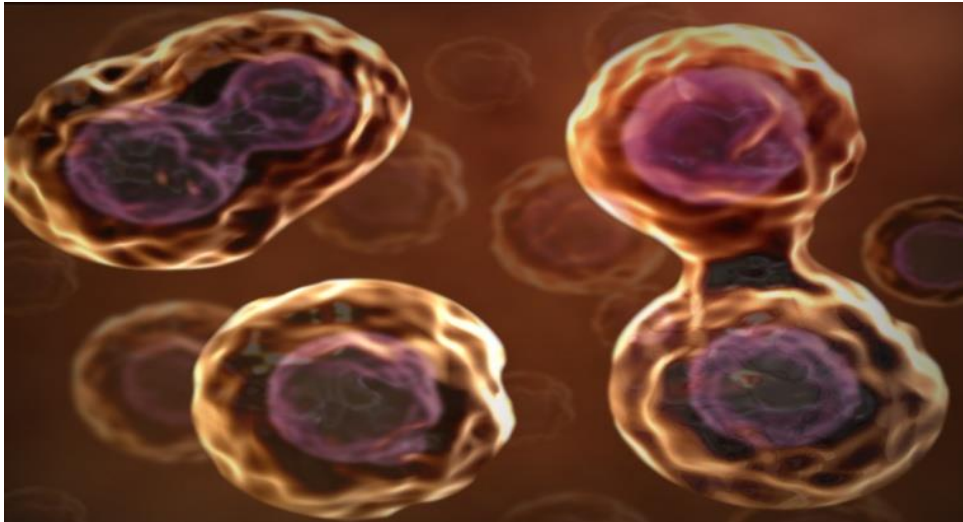


Kegiatan Pembelajaran 1



Kegiatan Pembelajaran 1

Reproduksi Sel



A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi ini, peserta diklat diharapkan dapat:

1. Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara meiosis
2. Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara mitosis

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara meiosis
2. Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara mitosis

C. Uraian Materi

1. PEMBELAHAN SEL AMITOSIS, MITOSIS DAN MIOSIS



A. PEMBELAHAN SEL MITOSIS

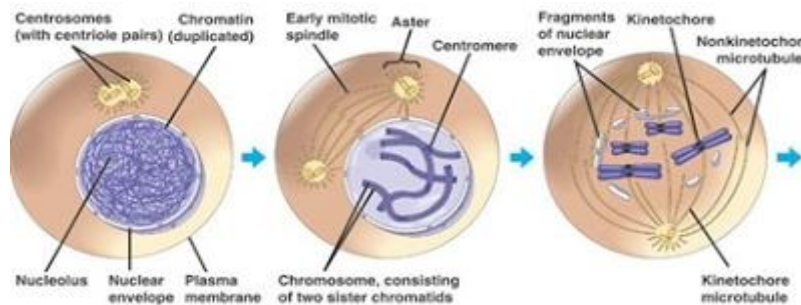
Pembelahan Mitosis adalah pembelahan pada sel tubuh (soma). Fungsinya untuk pertumbuhan dan regenerasi sel serta reproduksi aseksual. Pembelahan mitosis menghasilkan 2 sel anakan yang identik dengan induknya. Jika sel induk yang membelah mengandung kromosom diploid ($2n$), maka sel anakan yang dihasilkan juga $2n$. Pada mitosis hanya terjadi 1 kali pembelahan yang diawali interfase. Tahap-tahap pembelahan mitosis dan proses yang terjadi secara urut sebagai berikut.

a. Profase

Tahap ini merupakan fase pembelahan mitosis yang paling lama dan paling banyak memerlukan energi. Peristiwa yang berlangsung selama profase adalah sebagai berikut :

- benang kromatin menjadi kromosom, lalu kromosom mengganda menjadi dua kromatid tetapi masih melekat dalam satu sentromer

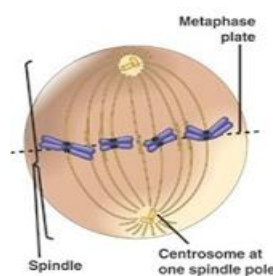
- membran inti dan nukleolus lenyap
- sentrosom memisah menjadi dua sentriole, dan diantaranya terbentang benang spindle



Gambar 1.1 Prophase

b. Metaphase

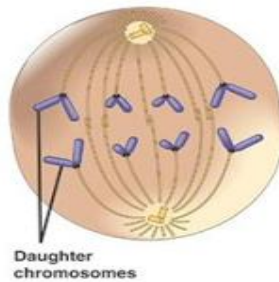
Pada tahap ini kromosom terletak berjajar pada bidang ekuator. Bagian sentromer kromosom berikatan dengan kinetokor yang berhubungan dengan benang spindle. Pada fase ini kromosom tampak paling jelas terlihat sehingga jumlahnya mudah diidentifikasi. Metafase adalah tahap yang memerlukan energi terkecil dan waktu yang paling singkat.



Gambar 1.2 Metaphase

c. Anafase

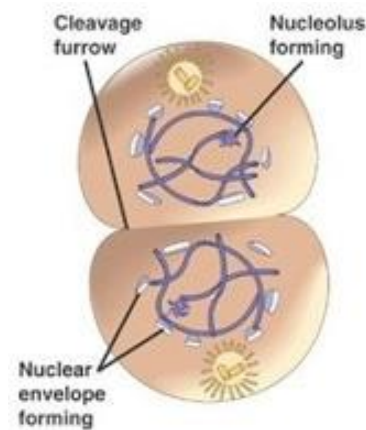
Saat anafase sentromer membelah, lalu benang spindle menarik kromosom menuju kutub sel yang berlawanan. Pergerakan kromosom tersebut dipengaruhi oleh enzim dynein.



Gambar 1.3 Anaphase

d. Telofase

Pada tahap ini terjadi peristiwa sebagai berikut:



Gambar 1.4 Telophase

- Kromosom berubah menjadi benang kromatin
- Membran inti dan nukleolus terbentuk kembali
- Terjadi sitokinesis (pembagian sitoplasma) sehingga dihasilkan dua sel yang identik dengan sel semula

B. PEMBELAHAN SEL MEIOSIS

Meiosis merupakan pembelahan pada sel kelamin (gamet/ gonad). Meiosis juga disebut pembelahan reduksi, yaitu pembelahn sel induk diploid ($2n$) menghasilkan 4 sel anakan haploid (n). meiosis berperan untuk meng hasilkan gamet yang secara genetic tidak identik (hanya setengah dari induknya), sehingga menyebabkan adanya variasi genetik.

Terjadi dua kali pembelahan pada meiosis(meiosis tahap I meiosis tahap II) tanpa diselingi interfase. Tahap-tahap pembelahan meiosis dan proses yang terjadi secara urut sebagai berikut.:

a). Fase Meiosis I

1. Prophase I

Selama fase ini, membran inti mulai menghilang. Nukleolus juga mulai menghilang. Kromosom mulai bisa dilihat. Karena benang-benang kromatin menyerap warna dan menebal, memendek. Sentrosom membelah dan menuju ke bagian masing-masing kutub.

Bersamaan dengan itu benang-benang spindle juga mulai keluar dari sentrosom menuju ke arah kutub yang berlawanan. Setiap kromosom terdiri dari dua kromatid yang terdiri atas materi genetik yang identik. Selama proses meiosis (bahkan hingga proses ini berakhir) kedua kromatid ini tidak pernah berpisah. Selama prophase I, terjadi pertukaran DNA antara kromosom yang homolog yang disebut dengan rekombinasi homolog. Dari proses pertukaran ini diharapkan akan terjadi kombinasi baru dalam kromosom. Prophase I terdiri dari beberapa tahap, leptotene, Zygotene, Pachytene, Diplotene, Diakinesis, dan proses sinkronisasi.

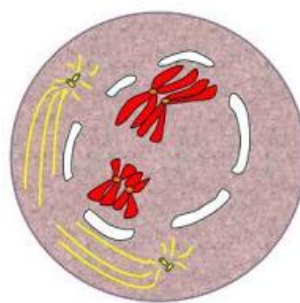
Pada waktu leptonema, kromosom mengalami kondensasi membentuk benang-benang (leptonema berarti “benang tipis”). Pada waktu subtahap zigonema, kromatid yang homolog saling membentuk sinapsis atau berpasangan. Sinapsis terdapat di beberapa tempat pada kromosom homolog. Ini merupakan kejadian genetik yang penting karena menjadi perantara pertukaran informasi yang disebut pindah silang atau rekombinasi antara kromosom-kromosom homolog.

Pada tahap pakinema terbentuk benang-benang tebal dan pendek membentuk benang-benang kromatid. Pada tahap ini, kromosom yang homolog tersusun atas 4 kromatid yang disebut tetrad. Pada tahap diplonema, kromatid yang berada dalam satu bivalen memisah dengan kromatid pasangannya. Namun, di beberapa tempat terjadi

kontak yang disebut kiasmata (tunggal: kiasma). Pada diakinesis, kromosom terus memendek dan berkondensasi secara maksimal. Kromosom berada di ekuator. Pada tahap sinkronisasi, sentrosom berpindah ke masing-masing kutub sel. Sambil menghasilkan mikrotubulus yang ujung-ujungnya mengikat sentromer. Yang nantinya mikrotubulus yang berbentuk benang ini akan digunakan untuk menarik masing-masing pasang kromosom ke kutub-kutub sel.

Tahap-tahap yang terjadi saat prophase I:

- a. Nukleus mulai menghilang
- b. Benang romatin memendek dan menebal menjadi kromosom
- c. Kromoson mereplikasi diri menjadi kromatid.
- d. Kromosom menggandakan diri hingga jumlahnya dua kali kromosom awal.
- e. Kromatid menebal, memendek dan menyebar memenuhi nucleus
- f. Kromosom yang homolog membentuk sinapsis.
- g. Homolog tersusun atas 4 kromatid/ tetra
- h. Membran inti mulai menghilang
- i. Pembentukan benang-benang spindel yang berasal dari mikrotubulus.
- j. Kedua pasang sentrisol memisah menuju kutub yang berlawanan.



Gambar 1.5 prophase I

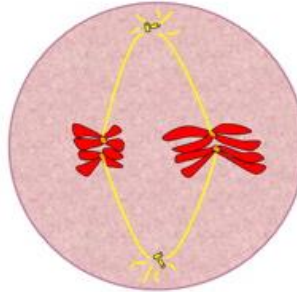
Pada tahap prophase I terjadi juga yang disebut dengan pindah silang (crossing over). Hal ini terjadi karena masing-masing kromatid yang homolog saling menempel, sehingga memungkinkan antara kromatid-kromatid homolog tersebut melakukan pertukaran gen.

2. Metaphase I

Sepuluh tetrad berpindah ke bagian antara kutub dan bagian tengah sel. Yang mana masing masing tetrad memiliki homolog di bagian yang berlawanan. Bagian ini sering disebut dengan “metaphase plate”. Spindle menempel pada sentromer masing masing kromosom. Kedua kinetokor pada pasangan kromosom akan berpindah ke kutub yang sama. Sehingga kromosom akan bertempelan dengan spindle dari kutub yang sama. Ini adalah perbedaan besar antara mitosis dan meiosis. Hal ini mengakibatkan pada anaphase I, setengah dari kromosom akan berpindah ke bagian sel yang berbeda.

Tahap-tahap yang terjadi pada Metaphase I:

- Tetrad membagi diri di ekuator, sehingga setengahnya saling menghadap ke kutub yang berlawanan.
- Tetrad yang telah membelah menggantung ke spindle dengan menggunakan sentromer
- Benang-benang spindle semakin terlihat jelas



Gambar 1.6 Metaphase I

3. Anaphase I

Pada fase ini, sel mulai memanjang. Kedua homolog pada setiap pasangan kromosom terpisah dan berpindah ke kutub yang berlawanan, ditarik oleh mikrotubulus spindle aparatus. Hal ini berbeda dengan mitosis, yang mana sentromer akan membelah sehingga kromosom akan terbagi dua dan berpindah ke masing-

masing kutub. Tapi pada anaphase I, hal ini tidak terjadi. Sehingga jumlah kromosom adalah setengah dari jumlah induk. Walau jumlah kromosomnya masih sama dengan induknya.

Tahap-tahap yang terjadi pada anaphase I:

- a. Benang spindle menarik kromosom menuju masing-masing kutub yang berlawanan.
- b. Masing-masing kutub separuh dari jumlah kromosom (tidak terjadi pembelahan sentromer).mendapatkan

Karena sentromer tidak membelah, maka setiap kutub akan mendapatkan kromosom yang masih berpasangan dalam bentuk tetrad. Hal ini berbeda dengan pembelahan mitosis yang mana sentromer membelah sehingga masing-masing kutub mendapatkan kromosom yang sama.



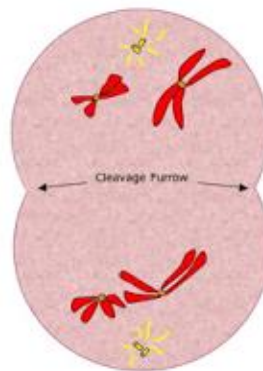
Gambar 1.7 anaphase I

4. Telophase I

Pada setiap kutub, terdapat setengah jumlah kromosom induk. Tapi setiap kromosom masih dalam bentuk tetrad. Sebuah “alur pembelahan” sudah terbentuk. Dan pada akhir dari fase ini, sel induk telah terbagi menjadi dua sel anakan. Pembagian sitoplasma ini disebut dengan sitokinesis. Pada beberapa organisme membran inti muncul, tahap pertengahan ini disebut dengan interkinesis. Tapi pada beberapa organisme lain, misal tumbuhan, tahap interkinesis tidak ditemukan, dan langsung ke tahap pembelahan selanjutnya (Meiosis II).

Tahap-tahap yang terjadi pada telophase I:

- a. Membran nucleus terbetuk disekeliling kromosom pada setiap kutub dan kromoson memanjang.
- b. Proses sitokinesis
- c. Terjadi pembagian sitoplasma dan organela-organela lain
- d. Didapatkan 2 sel anakan yang haploid (n)



Gambar 1.8 Telophase I

Proses sitokinesis bukan merupakan salah satu bagian dari proses meiosis. Sitokinesis proses pembagian sitoplasma menjadi dua. Proses ini dimulai dengan pemanjangan sel pada saat anaphase dan berakhir pada saat telophase.

Setelah telophase, sel akan mengalami masa interkinesis. Ini adalah masa istirahat untuk melanjutkan ke proses meiosis II. Pada masa ini, membran inti mulai terlihat kembali. Namun kromosom-kromosom masih dalam bentuk kromatid-kromatid yang terikat dalam sentromer, tidak menjadi kromatin. Pada beberapa organisme, fase ini tidak tampak terjadi. Sel anakan yang dihasilkan dalam proses meiosis I mengandung jumlah kromatid yang sama dengan induknya. Tapi tetap disebut haploid karena kromosom-kromosom tersebut adalah homolog.

b). Fase Meiosis II

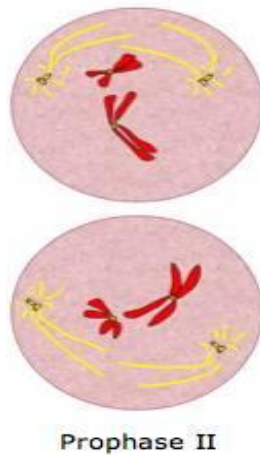
Merupakan bagian kedua dalam proses meiosis. Tahap ini dimulai dengan dua sel anakan yang dihasilkan dari proses meiosis I. Adapun tahap-tahap yang terjadi sebagai berikut:

1. Prophase II

Kromosom-kromosom masih dalam bentuk kromtid-kromatid dan saling berpasangan, tapi belum terikat oleh benang-benang spindle. Jika sebelumnya terjadi masa interkinesis, membran inti akan mulai melebur kembali.

Tahap-tahap yang terjadi pada prophase II:

- Kromosom masih berpasangan dengan sentromer
- Kromosom tidak menggandakan diri.
- Membrane nucleus melebur kembali.
- Sentriol (pada sel hewan) membelah diri, memisah ke kutub-kutub yang berlawanan.
- Benang-benang spindel mulai terbentuk.



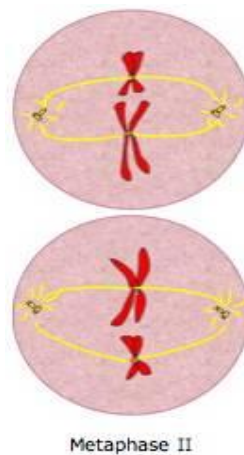
Gambar 1.9 Prophase II

2. Metaphase II

Spindel mulai menarik kromosom ke bagian kutub. Tidak seperti metaphase I, kinetokor dari masing-masing sentromer saling berikatan dengan spindle yang berasal dari kutub yang berlawanan.

Tahap-tahap yang terjadi pada metaphase II:

- Kromatid terletak di bagian ekuator, bergantung pada spindle melalui sentromer.
- Sentromer membelah sehingga kromosom menjadi dua.
- Benang-benang spindle tampak semakin jelas
- Benang-benang spindle mulai mengikat kromosom di sentromer.



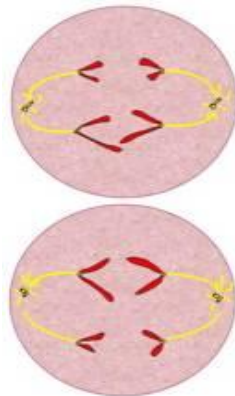
Gambar 1.10 Metaphase II

3. Anaphase II

Selama anaphase II kromatid-kromatid pada masing-masing kromosom membelah menjadi dua dan bergerak ke kutub yang berlawanan. Ketika kromosom tertarik oleh spindle, kita dapat melihat bentuk V dari kromosom yang mana lengan dari kromosom tersebut berada di belakang. Kutub-kutub akan semakin menjauh sehingga sel menjadi bertambah panjang.

Tahap-tahap yang terjadi pada anaphase II:

- Kromatid yang telah terbagi menjadi dua dibawa ke masing-masing kutub sel.
- Hal itu terjadi karena adanya benang-benang spindle yang menarik masing-masing bagian kromosom ke bagian masing-masing kutub.
- Sehingga masing-masing kutub mendapatkan bagian yang sama dengan kromosom induk.



Anaphase II

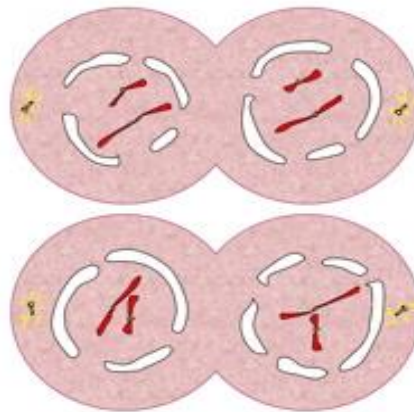
Gambar 1.11 Anaphase II

4. Telophase II

Selama telophase II, kromosom mencapai kutub yang berlawanan. Terjadi sitokinesis, sehingga dua sel hasil dari meiosis I akan menjadi empat sel. Membran nukleus pun mulai terbentuk. Sekarang proses meiosis telah selesai.

Tahap-tahap yang terjadi pada telophase II :

- Benang-benang kromosom sudah berada di daerah kutub masing masing.
- Kromosom mulai menipis, kemudian berubah menjadi benang-benang kromatin yang tipis.
- Membran nucleus mulai terbentuk.
- Nukleolus mulai muncul kembali.
- Pada bidang ekuator terjadi penebalan plasma.
- Sel terbentuk menjadi empat sel anakan yang haploid(n).



Gambar 1.12 Telophase II

C. GAMETOGENESIS DAN PEWARISAN SIFAT

Sebelum menjadi individu baru, baik pada tumbuhan maupun hewan, tentunya diperlukan bahan baku atau cikal bakal pembentuk individu baru tersebut. Pada proses perkembangbiakan generatif (seksual) hewan maupun tumbuhan, bahan baku tersebut berupa sel kelamin yang disebut gamet. Gamet jantan dan betina diperlukan untuk membentuk zigot, embrio, kemudian individu baru. Nah, pada materi berikutnya ini akan dibahas tentang proses pembentukan gamet, baik jantan maupun betina yang disebut gametogenesis (genesis = pembentukan). Gametogenesis melibatkan pembelahan meiosis dan terjadi pada organ reproduktif. Pada hewan dan manusia, gametogenesis terjadi pada testis dan ovarium, sedangkan pada tumbuhan terjadi pada putik dan benang sari. Hasil gametogenesis adalah sel-sel kelamin, yaitu gamet jantan (sperma) dan gamet betina (ovum atau sel telur). Sekarang, marilah kita mempelajari proses terjadinya gametogenesis pada hewan dan tumbuhan.

1. Gametogenesis pada Hewan

Gametogenesis memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangbiakan hewan. Gametogenesis pada hewan yang akan kita pelajari dibagi menjadi dua, yaitu spermatogenesis dan oogenesis. Spermatogenesis merupakan proses pembentukan gamet jantan

(sperma). Sementara oogenesis adalah proses pembentukan gamet betina (ovum atau sel telur).

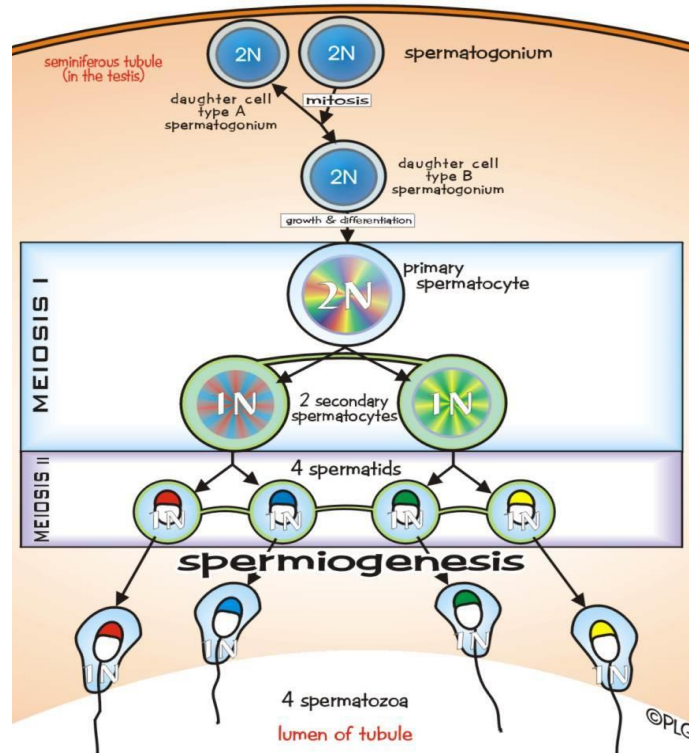
a) Spermatogenesis

Sperma berbentuk kecil, lonjong, berflagela, dan secara keseluruhan bentuknya menyerupai kecebong (berudu). Flagela pada sperma digunakan sebagai alat gerak di dalam medium cair. Sperma dihasilkan pada testis. Pada mamalia, testis terdapat pada hewan jantan sebagai buah pelir atau buah zakar. Buah pelir pada manusia berjumlah sepasang.

Di dalam testis terdapat saluran-saluran kecil yang disebut tubulus seminiferus. Pada dinding sebelah dalam saluran inilah, terjadi proses spermatogenesis. Di bagian tersebut terdapat sel-sel induk sperma yang bersifat diploid ($2n$) yang disebut spermatogonium. Pembentukan sperma terjadi ketika spermatogonium mengalami pembelahan mitosis menjadi spermatosit primer (sel sperma primer). Selanjutnya, sel spermatosit primer mengalami meiosis I menjadi dua spermatosit sekunder yang sama besar dan bersifat haploid. Setiap sel spermatosit sekunder mengalami meiosis II, sehingga terbentuk 4 sel spermatid yang sama besar dan bersifat haploid.

Mula-mula, spermatid berbentuk bulat, lalu sitoplasmanya semakin banyak berkurang dan tumbuh menjadi sel spermatozoa yang berflagela dan dapat bergerak aktif. Berarti, satu spermatosit primer menghasilkan dua spermatosit sekunder dan akhirnya terbentuk 4 sel spermatozoa (jamak = spermatozoon) yang masing-masing bersifat haploid dan fungsional (dapat hidup).

SPERMATOGENESIS



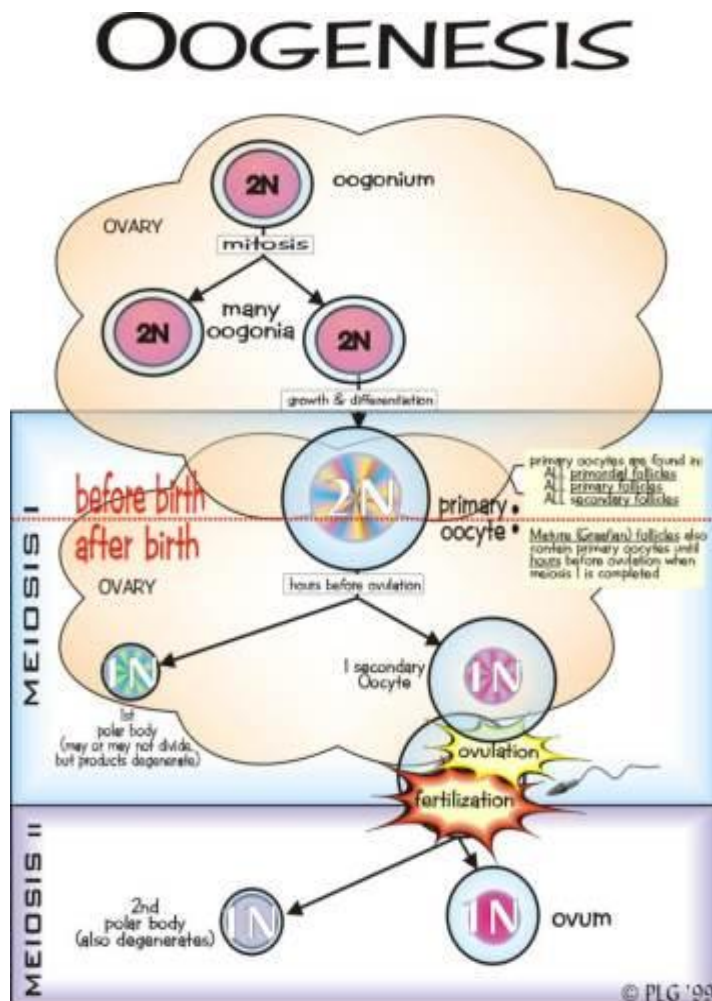
Gambar. 1.13 Spermatogenesis

b) Oogenesis

Oogenesis merupakan proses pembentukan sel kelamin betina atau gamet betina yang disebut sel telur atau ovum. Oogenesis terjadi di dalam ovarium. Di dalam ovarium, sel induk telur yang disebut oogonium tumbuh besar sebagai oosit primer sebelum membelah secara meiosis. Berbeda dengan meiosis I pada spermatogenesis yang menghasilkan 2 spermatosit sekunder yang sama besar. Meiosis I pada oosit primer menghasilkan 2 sel dengan komponen sitoplasmik yang berbeda, yaitu 1 sel besar dan 1 sel kecil. Sel yang besar disebut oosit sekunder, sedangkan sel yang kecil disebut badan kutub primer (polar body). Oosit sekunder dan badan kutub primer mengalami pembelahan meiosis tahap II. Oosit sekunder menghasilkan dua sel yang berbeda. Satu sel yang besar disebut ootid yang akan berkembang menjadi ovum. Sedangkan sel yang kecil disebut badan

kutub. Sementara itu, badan kutub hasil meiosis I juga membelah menjadi dua badan kutub sekunder.

Jadi, hasil akhir oogenesis adalah satu ovum (sel telur) yang fungsional dan tiga badan kutub yang mengalami degenerasi (mati).



Gambar 1.14 Oogenesis

Selain pada hewan, gametogenesis juga terjadi pada tumbuhan. Berikut ini akan diuraikan tentang gametogenesis pada tumbuhan tingkat tinggi.

2. Gametogenesis pada Tumbuhan Tingkat Tinggi

Sebelum menjadi gamet, hasil akhir meiosis pada gametogenesis mengalami perkembangan terlebih dahulu melalui proses yang disebut maturasi. Berikut ini kalian akan membahas proses gametogenesis pada tumbuhan berbunga (Angiospermae) saja. Pada tumbuhan berbunga, gametogenesis diperlukan dalam pembentukan gamet jantan dan pembentukan gamet betina. Pembentukan gamet jantan disebut mikrosporogenesis, sedangkan pembentukan gamet betina disebut megasporogenesis. Mari kita pelajari pengertian kedua macam gametogenesis tersebut.

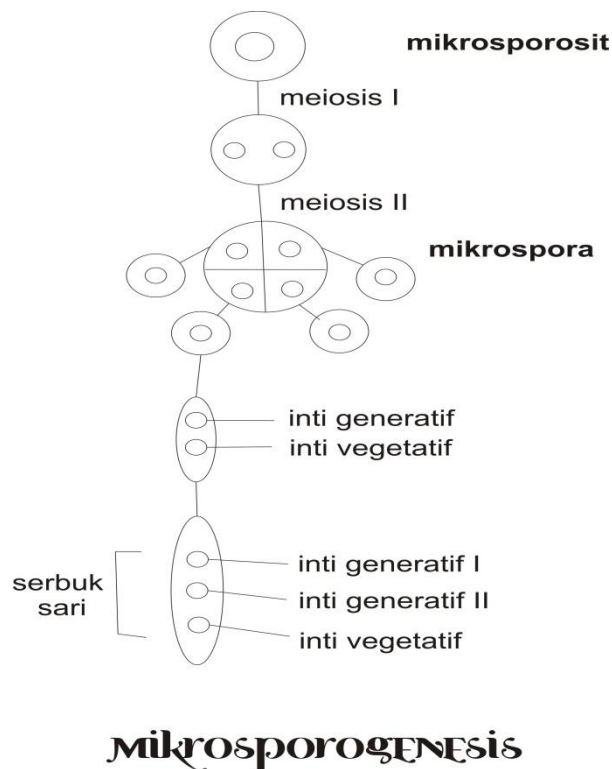
a. Mikrosporogenesis

Mikrosporogenesis berlangsung di dalam benang sari, yaitu pada bagian kepala sari atau anthera. Kepala sari ini menghasilkan serbuk sari, yang mengandung sel sperma. Pembentukan sel sperma dimulai dari sebuah sel induk mikrospora diploid yang disebut mikrosporosit di dalam anthera. Mikrosporosit ini mengalami meiosis I menghasilkan sepasang sel haploid. Selanjutnya, sel ini mengalami meiosis II dan menghasilkan 4 mikrospora yang haploid. Keempat mikrospora ini berkelompok menjadi satu sehingga disebut sebagai tetrad.

Setiap mikrospora mengalami pembelahan mitosis. Pembelahan ini menghasilkan dua sel, yaitu sel generatif dan sel vegetatif. Sel vegetatif ini mempunyai ukuran yang lebih besar daripada sel generatif. Struktur bersel dua ini terbungkus dalam dinding sel yang tebal. Kedua sel dan dinding sel ini bersama-sama membentuk sebuah butiran serbuk sari yang belum dewasa.

Setelah terbentuk serbuk sari, inti generatif membelah secara mitosis tanpa disertai sitokinesis, sehingga terbentuklah dua inti sel sperma. Sementara itu, inti vegetatifnya tidak membelah. Pembentukan sel sperma ini dapat terjadi sebelum serbuk sari keluar dari anthera atau pada saat serbuk sari sampai di kepala putik (stigma). Pada saat inilah, tangkai serbuk sari mulai tumbuh.

Pada umumnya, pembelahan mitosis sel generatif terjadi setelah buluh serbuk sari menembus stigma atau mencapai kantung embrio di dalam bakal biji (ovulum).



Mikrosporogenesis

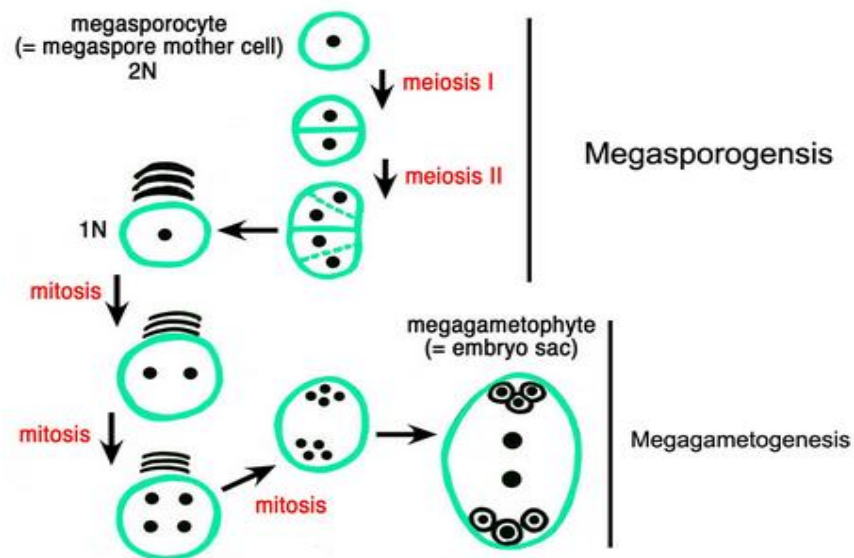
Gambar 1.15 Mikrosporogenesis

b. Megasporogenesis

Megasporogenesis merupakan proses pembentukan gamet betina (Gambar 4.24). Proses ini terjadi di dalam bagian betina bunga, yaitu bakal biji (ovulum) yang dibungkus oleh bakal buah (ovarium) pada pangkal putik. Di dalam bakal biji terdapat sporangium yang mengandung megasporofit yang bersifat diploid. Selanjutnya, megasporofit mengalami meiosis menghasilkan 4 megaspora haploid yang letaknya berderet. Tiga buah megaspora mengalami degenerasi dan mati, tinggal sebuah megaspora yang masih hidup. Megaspora yang hidup ini mengalami pembelahan kromosom secara mitosis 3 kali berturut-turut, tanpa diikuti pembelahan sitoplasma. Hasilnya berupa sebuah sel besar yang

disebut kandung lembaga muda yang mengandung delapan inti haploid. Kandung lembaga ini dikelilingi kulit (integumen). Di ujungnya terdapat sebuah lubang (mikropil) sebagai tempat masuknya saluran serbuk sari ke dalam kandung lembaga.

Selanjutnya, tiga dari delapan inti tadi menempatkan diri di dekat mikropil. Dua di antara tiga inti yang merupakan sel sinergid mengalami degenerasi. Sementara itu, inti yang ketiga berkembang menjadi sel telur. Tiga buah inti lainnya bergerak ke arah kutub kalaza, tetapi kemudian mengalami degenerasi pula. Ketiga inti ini dinamakan inti antipoda. Sisanya, dua inti yang disebut inti kutub, bersatu di tengah kandung lembaga dan terjadilah sebuah inti diploid ($2n$). Inti ini disebut inti kandung lembaga sekunder. Ini berarti kandung lembaga telah masak, yang disebut megagametofit dan siap untuk dibuahi.



Gambar 1.16 Megasporogenesis

3. Pewarisan Sifat dan Variasi Genetis

Secara garis besar, ada tiga mekanisme yang menyebabkan terjadinya variasi genetik pada suatu populasi. Ketiga mekanisme ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

a) Pindah silang

Telah dijelaskan di depan bahwa sel kelamin membelah secara meiosis. Pada profase I, kromosom homolog muncul pertama kali sebagai pasangan. Kromosom-kromosom homolog ini saling bersilangan pada kiasmata. Pada kiasmata inilah terjadi pindah silang (crossing over) materi genetik dari kromosom satu ke kromosom lainnya. Pindah silang ini terjadi ketika dua kromatid dari kromosom yang berbeda bertukar tempat. Kromatid yang sudah tidak identik lagi dengan kromatid saudaranya karena terjadi pindah silang disebut dyad . Terjadinya pindah silang ini dapat kalian lihat pada Gambar 4.24. Pada manusia, dua atau tiga kasus kejadian pindah silang dapat terjadi untuk setiap pasangan kromosom.

b) Pemilahan kromosom secara bebas

Kalian telah mengetahui bahwa pembelahan sel selalu diikuti pembagian kromosom pada sel anakan yang dihasilkan. Begitu pula dengan pembelahan meiosis. Pada metafase I, pasangan kromosom homolog terletak pada bidang metafase. Orientasi pasangan homolog yang menghadap kutub-kutub sel bersifat acak. Setiap pasangan mempunyai dua kemungkinan dalam penyusunan ini. Kita ambil contoh organisme yang mempunyai empat kromosom diploid ($2n = 4$). Organisme ini mempunyai 2 kromosom dalam sel gametnya. Dua kromosom ini dapat menghasilkan empat kemungkinan sel anakan dengan kombinasi kromosom berbeda satu sama lain Bagaimanakah dengan manusia? Manusia mempunyai 46 kromosom diploid. Ini berarti pada sperma atau sel telur terdapat 23 kromosom haploid. Dari 23 kromosom ini mempunyai sekitar 8 juta kemungkinan penyusunan homolog pada

metafase. Kandungan kromosom pada sel sperma atau sel telur ini akan diwariskan pada anak keturunannya. Jadi, setiap manusia sebenarnya merupakan 1 dari 8 juta kemungkinan pemilahan kromosom yang diwariskan oleh bapak atau ibu kandungnya.

c) Fertilisasi random

Di dalam sebuah keluarga, seorang anak mempunyai sifat yang berbeda dengan saudara-saudaranya. Seorang anak tidak ada yang memiliki sifat yang sama persis dengan ibu atau bapaknya. Akan tetapi, sifatnya kemungkinan besar merupakan perpaduan sifat kedua orang tuanya. Ini jelas sangat masuk akal, sebab seorang anak dihasilkan dari pembuahan 1 sel telur ibu oleh 1 sel sperma bapak. Sel telur yang dibuahi sperma akan menjadi zigot sebagai cikal bakal manusia. Jadi, genetik seorang anak sangat dipengaruhi kromosom yang terkandung dalam sel telur atau sperma tersebut. Kalian mengetahui bahwa setiap sel kelamin (sperma dan sel telur) yang menentukan kromosom anak merupakan 1 dari 8 juta kemungkinan. Hal ini berarti, seorang manusia merupakan salah satu dari 64 trilyun ($8 \text{ juta} \times 8 \text{ juta}$) kombinasi kromosom diploid.

D. Aktivitas pembelajaran

- Aktivitas 1 : Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara meiosis (Berfikir Reflektif dan Tugas kelompok / diskusi kelompok)

Pertama-tama peserta diklat dibagi menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok menyimak dan membaca tentang macam-macam pembelahan sel secara meiosis. Selanjutnya peserta dalam kelompok berdiskusi untuk saling bertanya tentang kategori yang sudah diberikan. Selanjutnya masing-masing kelompok diminta menggali informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi macam-macam pembelahan sel secara meiosis dari kategori yang telah diberikan.

Selanjutnya kelompok berdiskusi kembali dan menyusun presentasi tentang kategori macam-macam pembelahan sel secara meiosis yang telah diberikan pada kelompoknya. Pada akhirnya setiap kelompok

mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan mencatat setiap saran dan pertanyaan dari kelompok lain untuk melengkapi laporan hasil diskusi kelompoknya.

- Aktivitas 2 : Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara mitosis (Tugas Individu)

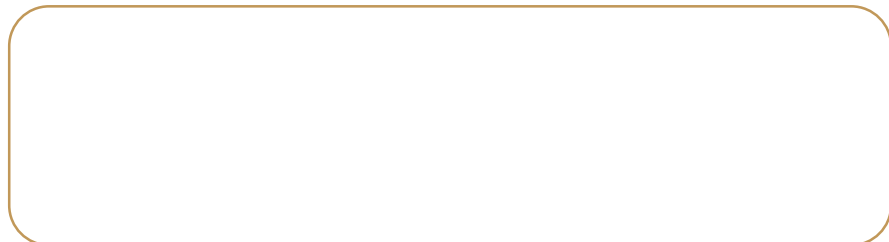
E. Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan 1 : Menjelaskan macam-macam pembelahan sel secara meiosis (Berfikir Reflektif dan Tugas kelompok / diskusi kelompok)

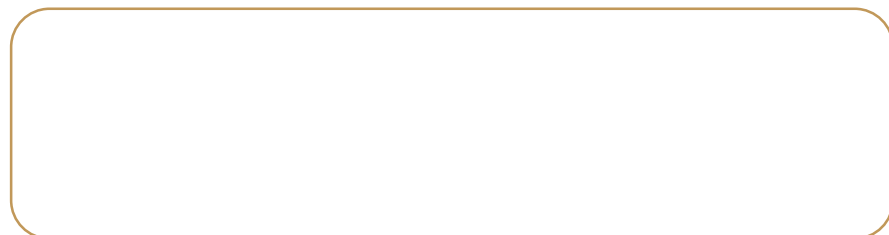
Sebelum anda melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan – pertanyaan di bawah ini secara individual. Tuliskan jawaban anda pada LK 1.1 :

LK 1.1

1. Apakah pengaruh pembelahan mitosis terhadap makhluk hidup uniseluler ?



2. Apakah pengaruh pembelahan mitosis terhadap makhluk hidup multiseluler ?



LK 1.2 Tugas Kelompok / Diskusi Kelompok !

Pembelahan sel berlangsung secara berurutan setahap demi setahap. Dalam tahap-tahap ini tidak ada satu pun peristiwa yang saling mendahului. Seluruh proses berjalan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh sang pencipta. Jika ada satu pun proses yang tidak mengikuti aturan prosedur ini maka akan terjadi ketidakseimbangan proses tubuh. Dapat juga menghasilkan individu yang cacat atau mati. Maka dalam kehidupan ini perilaku disiplin sangat penting. Melakukan suatu pekerjaan hendaklah sesuai dengan aturan yang berlaku, sehingga akan menghasilkan kestabilan dalam kehidupan.

Cobalah cari informasi dari berbagai sumber, apa akibatnya bila terjadi gangguan pada proses mitosis dan meiosis !

LK 1.3 Tugas Individu !

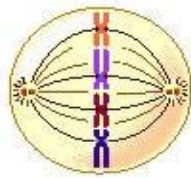
Tuliskan perbedaan antara pembelahan mitosis dan pembelahan meiosis mengenai tujuan, tempat terjadi, tahap pembelahan, dan hasilnya ! Referensi bisa di dapat dari berbagai sumber !

Latihan !

A. Pilihlah jawaban yang paling benar !

1. Peristiwa yang terjadi pada profase dari meiosis I adalah ...
 - a. Membelahnya sentromer menjadi 2
 - b. Meleburnya dinding inti
 - c. Terbentuknya benang-benang kromatin
 - d. Bergantinya kromatid ke arah kutub
 - e. Berkumpulnya kromosom di bidang equator

2. Gambar di bawah ini menunjukkan fase ...



- a. Interfase
- b. Profase
- c. Anafse
- d. Metafase
- e. Telofase

3. Berikut ini adalah gambar pembelahan sel pada hewan secara meiosis Tahapan yang ditunjukkan pada gambar A-B-C secara berturut-turut adalah ...



- a. Profase I, Metafase I, Anafase I
 - b. Metafase II, Anafase II, Profase II
 - c. Anafase I, Profase II, Metafase II
 - d. Metafase I, Profase I, Anafase I
 - e. Metafase I, Profase II, Anafase II
4. Pada pembelahan sel mitosis, pemisahan kromatid dari sentromer terjadi pada
- a. Profase
 - b. Metafase
 - c. Anafase
 - d. Telofase
 - e. Interfase

5. Tujuan pembelahan meiosis adalah.....
- a. mengganti sel-sel yang rusak dan using
 - b. membentuk sel-sel tubuh organism
 - c. pembiakan pada organisme bersel satu
 - d. menjaga jumlah kromosom selalu tetap tiap generasi
 - e. pertumbuhan pada daerah titik tumbuh
6. Perhatikan proses tahapan pembelahan sel !
tahapan di bawah ini merupakan tahapan pembelahan pada proses profase I meiosis dan berlangsung pada beberapa sub fase, yaitu :
1. pakiten
 2. diakinesis
 3. diploten
 4. leptoten
 5. zigoten
- Manakah urutan yang benar dari proses profase I meiosis ...
- a. 4-1-5-3-2
 - b. 4-5-3-2-1
 - c. 4-3-2-1-5
 - d. 4-2-3-1-5
 - e. 4-5-1-3-2
7. Pada pembelahan meiosis terjadi peristiwa berikut :
- Pemisahan kromatid yang membentuk kromosom
 - Gerakan kromatid ke kutub-kutub yang letaknya berlawanan
- Peristiwa tersebut terjadi pada tahap
- a. Metaphase I
 - b. Telofase I
 - c. Anaphase I
 - d. Metaphase II
 - e. Anaphase II
8. Pada pembelahan meiosis II mikrosporogenesis akan terbentuk
- a. 2 mikrospora haploid
 - b. 2 mikrospora diploid
 - c. 2 mikrospora triploid

- d. 4 mikrospora haploid
 - e. 4 mikrospora diploid
9. Berikut adalah gambaran tentang pembelahan mitosis :
- 1. Nukleotida tidak dapat lagi dilihat
 - 2. Benang-benang kromatin menbal
 - 3. Terlihat sepasang sentriol
 - 4. Kromatid mengatur diri dibidang pembelahan
 - 5. Kromatid berpisah menuju ke kutub
 - 6. Nucleus hilang

Yang terjadi pada fase profase adalah nomor

- a. 1-2-3
 - b. 2-3-4
 - c. 3-4-5
 - d. 3-4-6
 - e. 2-3-6
10. Pindah silang terjadi antara kromatid dari kromosom homolognya. Hal ini sering terjadi pada fase
- a. Profase
 - b. Metaphase
 - c. Anaphase
 - d. Telofase
 - e. Interfase

F. Rangkuman

- 1. Pembelahan sel pada organisme eukariotik meliputi pembagian inti sel (*Kariokinesis*) dan pembagian sitoplasma sel (*sitokinesis*).
- 2. Tahap-tahap pembelahan sel meliputi tahap mitosis dan meiosis.
- 3. Pembelahan mitosis meliputi tahap-tahap, antara lain interfase, profase, metafase, anafase, dan telofase.
- 4. Pembelahan meiosis I meliputi tahap-tahap, antara lain profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I. Sedangkan pembelahan meiosis II meliputi tahap-tahap, antara lain profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II.

5. Pembelahan meiosis bertujuan untuk mempertahankan agar sifat kromosom keturunan sama dengan induknya.
6. Pembelahan mitosis bertujuan untuk memperbanyak sel, regenerasi, dan pertumbuhan.

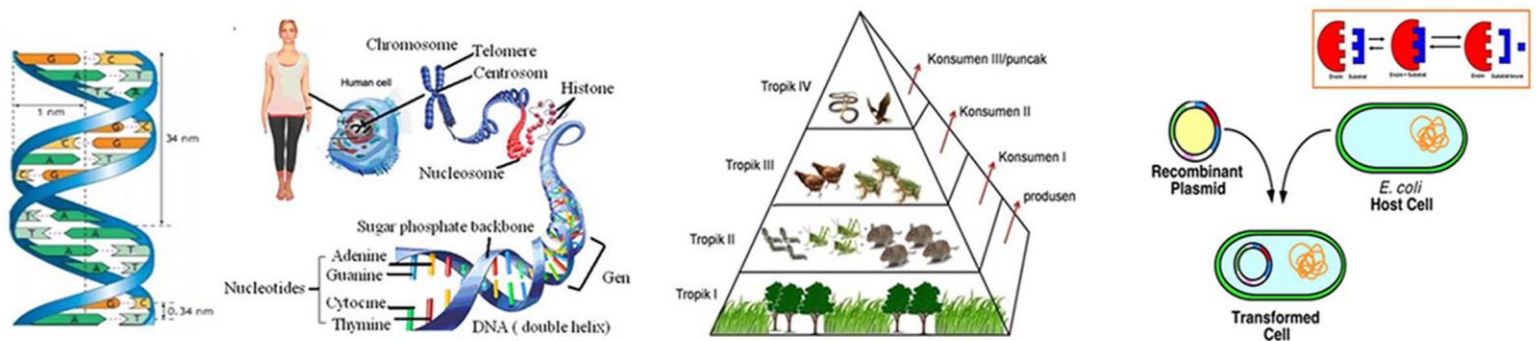
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban di bawah ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar 1 dengan rumus sebagai berikut:
Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : 10) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar 1. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar 2 terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 2



Kegiatan Pembelajaran 2 Bioteknologi In Vitro



A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi ini, peserta diklat diharapkan dapat:

1. Menjelaskan konsep bayi tabung
2. Menjelaskan kelemahan pada proses bayi tabung
3. Menjelaskan kelebihan pada proses bayi tabung

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan konsep bayi tabung
2. Menjelaskan kelemahan pada proses bayi tabung
3. Menjelaskan kelebihan pada proses bayi tabung

C. Uraian Materi

1. Pengertian Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari bahasa latin, yaitu bio (hidup), tehnos (teknologi = penerapan) dan logos (ilmu) yang berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Jadi, bioteknologi adalah proses-proses biologi oleh mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk kepentingan manusia.

Bioteknologi bisa diartikan suatu pemanfaatan makhluk hidup atau rekayasa organisme sistem atau proses biologis untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia yang menghasilkan suatu barang, atau dapat dikatakan pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dengan menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk bagi kepentingan manusia.

Bioteknologi dapat digolongkan menjadi bioteknologi konvensional/tradisional dan modern. Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk memproduksi alkohol, asam asetat, gula, atau bahan makanan, seperti tempe, tape, oncom, dan kecap. Mikroorganisme dapat mengubah bahan pangan. Proses yang dibantu mikroorganisme, misalnya dengan fermentasi, hasilnya antara lain tempe, tape, kecap, dan sebagainya termasuk keju dan yoghurt. Proses tersebut dianggap sebagai bioteknologi masa lalu.

Bioteknologi modern meliputi bioteknologi bidang kedokteran, bioteknologi bidang pertanian, bioteknologi bidang peternakan, dan bioteknologi bahan bakar masa depan. Adapun contoh penerapan bioteknologi modern diantaranya rekayasa genetika yang meliputi transplantasi inti, fusi sel, teknologi plasmid, dan rekombinasi DNA. Bioteknologi bidang kedokteran meliputi pembuatan antibodi monoklonal, vaksin, antibiotika, dan hormon. Bioteknologi bidang pertanian meliputi pembuatan tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen, dan tumbuhan tahan hama. Bioteknologi bidang peternakan, bioteknologi bahan bakar masa depan, serta bioteknologi pengolahan limbah.

2. Bayi Tabung

Secara sederhana, bayi tabung adalah proses pembuahan sel telur dan sperma di luar tubuh ibu, istilahnya *in vitro fertilization* (*in vitro* bahasa latin, artinya “dalam gelas atau tabung,” *fertilization* artinya pembuahan). Dalam proses bayi tabung, sel telur matang diambil dari indung telur ibu, dibuahi dengan sperma di dalam medium cairan. Setelah berhasil, embrio kecil yang terjadi dimasukkan ke rahim dengan harapan berkembang.

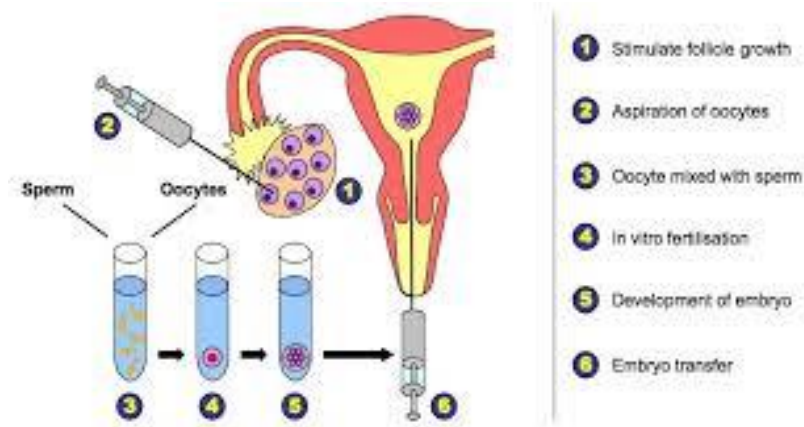
Pada dasarnya program bayi tabung adalah pelaksanaan proses pembuahan yang seharusnya terjadi di dalam saluran telur, tetapi karena satu dan lain hal, proses tersebut tidak dapat terjadi secara alamiah, maka proses tersebut dilakukan secara in vitro (di dalam laboratorium). Yang diperlukan adalah wanita yang bersangkutan memiliki indung telur (ovarium) yang sehat dan dapat berfungsi serta rahim yang sehat pula. Teknik ini pertama kali dilakukan pada tahun 1978 di Inggris, dan setahun kemudian banyak negara lain yang ikut berhasil melakukannya. Tetapi harus diingat, IVF yang dilakukan hanya satu kali, tingkat keberhasilannya hanya sekitar 15%. Jika diulangi dua atau tiga kali pada wanita yang sama, maka tingkat keberhasilannya meningkat menjadi sekitar 20%. Prosedur program bayi tabung dimulai dengan perangsangan indung telur dengan hormon. Ini untuk memacu perkembangan sejumlah folikel agar menghasilkan sel telur. Perkembangan pematangan sel telur tersebut dipantau secara teratur dengan alat USG dan dilakukan juga pengukuran kadar hormon ekstrasional dalam darah.

Perkembangan yang terakhir pengambilan sel telur matang dari permukaan indung telur tidak perlu lagi melalui operasi kecil, tetapi cukup lewat pengisapan cairan folikel dengan tuntunan alat USG transvaginal. Cairan folikel tersebut kemudian dibawa ke laboratorium dan seluruh sel telur yang diperoleh kemudian dieramkan dalam inkubator. Anda harus mengetahui terlebih dahulu bahwa tingkat keberhasilan dari program bayi tabung ini tidaklah berhasil 100%.

Terdapat beberapa hal yang menyebabkan gagalnya masalah program bayi tabung ini. Selain itu, adanya suatu dampak yang muncul dari program bayi tabung yang akan menyebabkan keadaan menjadi lebih dilematis. Tingkat keberhasilan dari program bayi tabung ini adalah sekitar 40%. Dan semua itu juga tergantung dari usia sang istri, serta faktor lainnya yang belum diketahui secara pasti.

Dibawah ini merupakan proses pembuatan bayi tabung adalah :

1. Proses stimulasi atau superovulasi Proses yang pertama ini dilakukan dengan tahap wanita yang menjalankan program bayi tabung awalnya diberikan obat kesuburan agar bisa memproduksi jumlah sel telur lebih dari satu. Dan kemudian, sel telur-sel telur tadi di teliti untuk mendapatkan sel telur yang berkualitas.
2. Pengambil sel telur.
Jika sudah diteliti, tahap selanjutnya adalah mendapatkan sel telur yang terbaik, yang dilakukan dengan melalui suatu operasi kecil.
 - a. Peleburan pada antar sel kelamin. Jika suda didapatkan sel telur dan juga sel sperma, maka selanjutnya akan dilakukan peleburan pada keduanya. Dan peleburan ini dilakukan dengan proses menyuntikkan sel sperma ke dalam sel telur sehingga akan mengalami pembuahan.
 - b. Pengembangbiakan embrio Disaat sel telur sudah terbelah, berarti hal ini menunjukkan bahwa sel telur sudah menjadi embrio. Kemudian setiap harinya embrio ini akan dikontrol untuk memastikan bahwa embrio tadi bisab berkembang dengan baik sehingga mempunyai beberap bagian sel yang aktif.
 - c. Transfer embrio Tahap selanjutnya adalah embrio-embrio yang diteliti tadi akan dimasukkan ke dalam rahim selama 3-5 hari. Jika embrio menempel dengan baik pada dinding rahim wanita, maka ini artinya embrio akan berkembang dan bisa memberikan peluang kehamilan pada wanita.



Gambar 2.1 Tahap Bayi Tabung

Dampak yang berbahaya pada program hamil bayi tabung ini adalah biasanya pada saat pengambilan sel telur, maka akan menimbulkan suatu resiko bahwa akan munculnya suatu pendarahan yang disebabkan karena pengambilan sel telur tadi. Dampak lain yang dirasakan dari program bayi tabung adalah kehamilan yang terjadi di luar kandungan atau yang biasa disebut dengan kandungan ektopik. Hal ini mempunyai resiko sebesar 5%, ibu akan mengalami infeksi, masalah rheumatoid arthritis atau lupus, alergi, dan bisa mengalami peluang keguguran sebesar 20%.

Penyakit OHSS yang menyerang merupakan suatu bentuk komplikasi dari perkembangbiakan pada sel telur sehingga akan dihasilkan banyak folikel. Kemudian hal ini akan mengakibatkan terjadinya suatu akumulasi pada cairan yang malah akan mengganggu fungsi tubuh dan harus dengan segera dikeluarkan. Namun, biasanya resiko terjadinya OHSS hanya berkisar 1% saja.

Selain itu, ada syarat yang harus dipenuhi dari program hamil bayi tabung, yakni :

- Pasangan suami istri yang sudah menikah 1 tahun atau lebih dan usia istri haruslah dibawah 42 tahun dan mengikuti proses pemeriksaan fertilitas atau kesuburan
- Melakukan konseling tentang program fertilisasi in vitro mengenai prosedur, biaya, kemungkinan dari terjadinya keberhasilan atau kegagalan dan juga adanya suatu komplikasi, siap biaya dan siap untuk hamil, melahirkan dan memelihara bayinya.
- Jika ada faktor kesuburan, untuk wanita biasanya usia yang paling ideal adalah antara usia 30-35 tahun. Ini berarti, bahwa umur-umur ini presentase peluang dari berhasilnya program bayi tabung akan lebih tinggi dibandingkan oleh usia wanita yang lebih tua sekitar 36-40 tahun.

Kelebihan bayi tabung :

1. Mampu mengatasi permasalahan tidak kunjung memiliki anak bagi penderita kelainan organ reproduksi ataupun lainnya.

2. Tidak perlu melakukan hubungan suami istri berulang kali untuk mendapatkan anak, melainkan hanya cukup memberikan sel telur dari wanita dan sperma dari pria.

Kerugian bayi tabung :

1. Memerlukan biaya yang cukup besar dan tentunya juga memerlukan perawatan yang intensif untuk menjaga kesehatan sang bayi tabung.
2. Tingkat keberhasilan bayi tabung masih 25% saja dan proses cukup panjang, sehingga memerlukan kesabaran yang cukup tinggi dalam proses pembuahan bayi tabung.
3. Bisa disalah gunakan oleh pihak tertentu. Misalkan sang wanita membutuhkan pendonor sperma atau sebaliknya namun ternyata pihak pendonor malah mengklaim janin tersebut adalah anaknya.

D. Aktivitas Pembelajaran

- Aktivitas 1 : Menjelaskan konsep bayi tabung (Berpikir Reflektif)
- Aktivitas 2 : Menjelaskan kelebihan pada proses bayi tabung (Tugas Individu)

E. Latihan/Kasus/Tugas

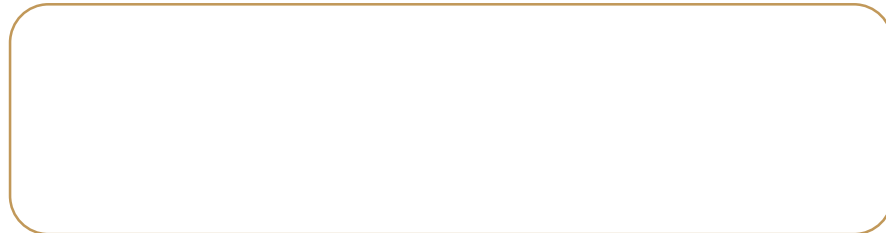
Kegiatan 1 : Menjelaskan konsep bayi tabung (Berpikir Reflektif)

Sebelum anda melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan – pertanyaan di bawah ini secara individual. Tuliskan jawaban anda pada LK 2.1 :

LK 2.1

1. Bagaimanakah tahapan proses bayi tabung ?

2. Apa saja kelemahan pada bayi tabung ?



LK 2.2 Tugas individu !

Setelah anda mengetahui perkembangan bioteknologi pada saat ini, cobalah cari artikel-artikel mengenai bioteknologi. Buatlah kliping tentang artikel tersebut kemudian tulislah komentar anda dalam hal segi positif dan negatif. Buatlah kesimpulan kemudian presentasikan.

Latihan !

Pilihlah jawaban yang paling benar !

1. Pernyataan berikut yang bukan termasuk bioteknologi tradisional adalah
 - a. Pembuatan tempe
 - b. Fermentasi alkohol
 - c. Pembuatan roti
 - d. Pembuatan yoghurt
 - e. Pembuatan antibodi monoklon
2. Salah satu cara pemanfaatan bioteknologi dalam bidang kedokteran adalah menyambungkan
 - a. DNA bakteri ke dalam pancreas manusia
 - b. Kromosom bakteri ke dalam DNA manusia
 - c. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
 - d. DNA virus ke dalam DNA bakteri
 - e. Gen virus ke dalam gen bakteri
3. Penerapan bioteknologi untuk mendapatkan varietas – varietas unggul akan menjurus pada
 - a. Meningkatnya jenis hama tanaman
 - b. Meningkatnya keanekaragaman genetic

- c. Meningkatnya keanekaragaman ekologi
 - d. Menurunkan kualitas produk pertanian
 - e. Menurunkan kualitas lingkungan
4. Berikut ini pemanfaatan rekayasa genetika untuk meningkatkan kualitas kesehatan manusia, kecuali
- a. Insulin
 - b. Antibiotic
 - c. Antibody monoclonal
 - d. Interferon
 - e. Terapi gen sel sumsum tulang
5. Manakah yang termasuk produk dari bioteknologi konvensional
- a. Zat glutamat
 - b. Kultur jaringan
 - c. Autoklaf
 - d. Cloning
 - e. Hibridoma
6. Penggunaan makhluk hidup dan hasil-hasilnya untuk menyediakan barang dan jasa merupakan pengertian
- a. Bakteriologi
 - b. Biogas
 - c. Bioteknologi
 - d. Simbiosis
 - e. Komensalisme
7. Alexander Fleming yang membuat penisilin memanfaatkan mikroorganisme yang bernama
- a. Saccharomyces
 - b. Spirulina
 - c. Chlorella
 - d. Penicilium Notatum
 - e. Lactobacillus bulgaricus
8. Dalam bioteknologi. Mikroorganisme dapat pula membersihkan limbah minyak akibat luapan minyak dilepas pantai. Dengan cara apakah mikroorganisme tersebut membersihkan limbah minyak ?
- a. Biogas

- b. Bioremediasi
 - c. Biooksidasi
 - d. Bioanalogi
 - e. Biohalogenasi
9. Interferon yang merupakan senyawa yang mampu mengobati beberapa penyakit kanker dapat diproduksi secara rekayasa genetika melalui teknik
- a. Cloning
 - b. Transplantasi gen
 - c. Plasmid
 - d. Transfer enzim
 - e. Hibridoma
10. Bioteknologi saat ini mampu menggabungkan dua sel dari jaringan yang berbeda dari organisme yang berbeda serta menyatukannya menjadi satu sel tunggal. Proses bioteknologi ini disebut
- a. Cangkok gen
 - b. Teknologi plasmid
 - c. Teknologi hibridoma
 - d. Teknologi DNA
 - e. Rekayasa genetika

F. Rangkuman

1. *Bioteknologi* adalah pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dengan menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk untuk kepentingan manusia.
2. Bioteknologi dibedakan menjadi dua yaitu secara tradisional atau konvensional dan secara modern.
3. Bioteknologi tradisional merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroba, proses kimia, dan proses genetik secara alami. Dilakukannya berdasarkan pengalaman yang sebenarnya sudah mengandung prinsip-prinsip ilmiah. Produk tersebut dilakukan berdasarkan pengalaman dan diwariskan secara turun temurun, tanpa memahami organisme yang berproses dan reaksinya yang timbul. Bioteknologi tradisional ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan umumnya belum dapat diproduksi secara massal.
4. Pelaksanaan bioteknologi secara modern. Bioteknologi modern ditandai dengan ditemukannya struktur DNA. Bioteknologi modern adalah bioteknologi berdasarkan manipulasi atau rekayasa DNA, yang dilakukan dengan memodifikasi gen-gen spesifik dan memindahkan pada organik yang berbeda seperti bakteri, tumbuhan dan hewan.
5. Beberapa contoh dari bioteknologi tradisional yaitu pembuatan tempe, tape, kecap, yoghurt, dan antibiotik penisilin.
6. Beberapa contoh dari bioteknologi modern adalah rekombinasi DNA, fusi sel, teknik hibridoma, transfer inti, kloning, bayi tabung, inseminasi buatan, kultur jaringan.

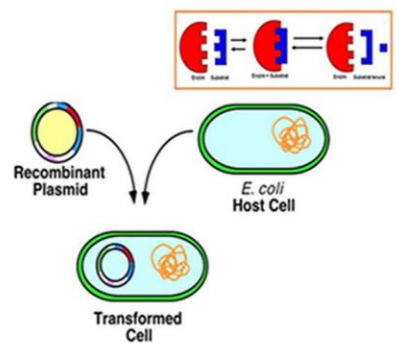
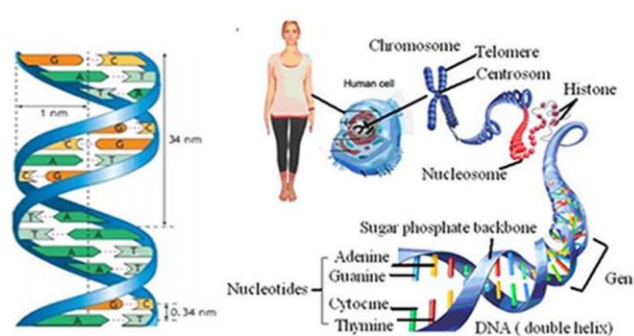
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban di bawah ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar 2 dengan rumus sebagai berikut
:Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : 10) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar 3. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar 2 terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 3



Kegiatan Pembelajaran 3

Kultur Jaringan Tumbuhan

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi ini, peserta diklat diharapkan dapat:

1. Menjelaskan proses kultur jaringan tumbuhan
2. Menjelaskan manfaat kultur jaringan tumbuhan bagi manusia
3. Menjelaskan kelemahan kultur jaringan tumbuhan bagi kehidupan manusia

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan proses kultur jaringan tumbuhan
2. Menjelaskan manfaat kultur jaringan tumbuhan bagi manusia
3. Menjelaskan kelemahan kultur jaringan tumbuhan bagi kehidupan manusia

C. Uraian Materi

A. Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan bila diartikan ke dalam bahasa Jerman disebut Gewebe kultur atau tissue culture (Inggris) atau weefsel kweek atau weefsel cultuur (Belanda). Kultur jaringan atau budidaya in vitro adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan atau organ yang serba steril, ditumbuhkan pada media buatan yang steril, dalam botol kultur yang steril dan dalam kondisi yang aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat

memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap. Kultur jaringan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk membuat bagian tanaman (akar, tunas, jaringan tumbuh tanaman) tumbuh menjadi tanaman utuh (sempurna) dikondisi invitro (didalam gelas). Jadi Kultur in vitro dapat diartikan sebagai bagian jaringan yang dibiakkan di dalam tabung inkubasi atau cawan petri dari kaca atau material tembus pandang lainnya. Secara teoritis teknik kultur jaringan dapat dilakukan untuk semua jaringan, baik dari tumbuhan, hewan, bahkan juga manusia, karena berdasarkan teori Totipotensi Sel (Total Genetic Potential), bahwa setiap sel memiliki potensi genetik seperti zigot yaitu mampu memperbanyak diri dan berediferensiasi menjadi tanaman lengkap. Sel dari suatu organisme multiseluler di mana pun letaknya, sebenarnya sama dengan sel zigot karena berasal dari satu sel tersebut, setiap sel berasal dari satu sel.

Menurut Suryowinoto (1991), kultur jaringan dalam bahasa asing disebut sebagai tissue culture. *Kultur* adalah budidaya dan *jaringan* adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. jadi, kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti induknya.

Kultur jaringan (Tissue Culture) merupakan salah satu cara perbanyakan tanaman secara vegetatif. Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman seperti daun, mata tunas, serta menumbuhkan bagian-bagian tersebut dalam media buatan secara aseptik yang kaya nutrisi dan zat pengatur tumbuh dalam wadah tertutup yang tembus cahaya sehingga bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan bergenerasi menjadi tanaman lengkap. Prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah perbanyakan tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif tanaman menggunakan media buatan yang dilakukan di tempat steril.

Metode kultur jaringan dikembangkan untuk membantu memperbanyak tanaman, khususnya untuk tanaman yang sulit dikembangbiakkan secara generatif. Bibit yang dihasilkan dari kultur jaringan mempunyai beberapa keunggulan, antara lain: mempunyai sifat yang identik dengan induknya, dapat diperbanyak dalam jumlah yang besar sehingga tidak terlalu membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan bibit dengan jumlah besar dalam waktu yang singkat,

kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin, kecepatan tumbuh bibit lebih cepat dibandingkan dengan perbanyakan konvensional.

Kultur jaringan akan lebih besar presentase keberhasilannya bila menggunakan jaringan meristem. Jaringan *meristem* adalah jaringan muda, yaitu jaringan yang terdiri dari sel-sel yang selalu membelah, dinding tipis, plasmanya penuh dan vakuolanya kecil-kecil. Kebanyakan orang menggunakan jaringan ini untuk tissue culture. Sebab, jaringan meristem keadaannya selalu membelah, sehingga diperkirakan mempunyai zat hormon yang mengatur pembelahan.

Teknik kultur jaringan sebenarnya sangat sederhana, yaitu suatu sel atau irisan jaringan tanaman yang sering disebut *eksplan* secara aseptik diletakkan dan dipelihara dalam medium padat atau cair yang cocok dan dalam keadaan steril. dengan cara demikian sebaian sel pada permukaan irisan tersebut akan mengalami proliferasi dan membentuk kalus. Apabila *kalus* yang terbentuk dipindahkan ke dalam medium diferensiasi yang cocok, maka akan terbentuk tanaman kecil yang lengkap dan disebut *planlet*. Dengan teknik kultur jaringan ini hanya dari satu irisan kecil suatu jaringan tanaman dapat dihasilkan kalus yang dapat menjadi *planlet* dalam jumlah yang besar.

Pelaksanaan teknik kultur jaringan tanaman ini berdasarkan teori sel seperti yang dikemukakan oleh Schleiden, yaitu bahwa sel mempunyai kemampuan *autonom*, bahkan mempunyai kemampuan *totipotensi*. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel, darimana saja sel tersebut diambil, apabila diletakkan di lingkungan yang sesuai akan tumbuh menjadi tanaman yang sempurna.

Teknik kultur jaringan akan berhasil dengan baik apabila syarat-syarat yang diperlukan terpenuhi. Syarat-syarat tersebut meliputi pemilihan *eksplan* sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus, penggunaan medium yang cocok, keadaan yang aseptik dan pengaturan udara yang baik terutama untuk kultur cair. Meskipun pada prinsipnya semua jenis sel dapat ditumbuhkan, tetapi sebaiknya dipilih bagian tanaman yang masih muda dan mudah tumbuh yaitu bagian meristem, seperti: daun muda, ujung akar, ujung batang, keping biji dan sebagainya. Bila menggunakan embrio bagian biji-biji yang lain sebagai eksplan,

yang perlu diperhatikan adalah kemasakan embrio, waktu imbibisi, temperatur dan *dormansi*.

B. Prinsip Dasar Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tumbuhan seperti protoplasma, sekelompok sel, jaringan atau organ serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali.

Teori yang mendasari tehnik kultur jaringan adalah teori sel oleh Schwann dan Schleiden (1838) yang menyatakan sifat totipotensi (total genetic potential) sel, yaitu bahwa setiap sel tanaman yang hidup dilengkapi dengan informasi genetik dan perangkat fisiologis yang lengkap untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh, jika kondisinya sesuai.

Berdasarkan bagian tanaman yang dikulturkan, secara spesifik terdapat beberapa tipe kultur yaitu kultur pucuk tunas, kultur embrio, kultur akar, kultur ovul, kultur anter, kultur kuncup bunga, kultur kalus dan kultur suspensi. Biondi and Thorpe (Thorpe, 1981) menyatakan bahwa terdapat tiga prinsip utama yang terlibat dalam tehnik kultur jaringan yaitu:

- Isolasi bagian tanaman dari tanaman utuh seperti organ, jaringan, dan sel secara aseptik.
- Memelihara bagian tanaman tadi dalam lingkungan yang sesuai dan kondisi kultur yang tepat
- Pemeliharaan dalam kondisi aseptik

Kultur jaringan tanaman bermula dari pembuktian teori totipotensi sel yang dikemukakan oleh Schwann dan Schleiden (1838). Menurut teori ini, setiap sel tanaman hidup mempunyai informasi genetik dan perangkat fisiologis yang lengkap untuk dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh, jika kondisinya sesuai.

C. Memahami Konsep Skoog and Miller

Skoog dan Miller mengemukakan bahwa regenerasi tunas dan akar in vitro dikontrol secara hormonal oleh ZPT sitokinin dan auksin. Organogenesis adalah proses terbentuknya organ seperti tunas atau akar, baik secara langsung dari permukaan eksplan atau secara tidak langsung melalui pembentukan kalus terlebih dahulu. Dengan menggunakan eksplan empulur tembakau Skoog dan Miller mendemonstrasikan bahwa nisbah sitokinin dan auksin yang tinggi mendorong pembentukann tunas, sedangkan nisbah sitokinin dan auksin yang rendah mendorong pembentukann akar. Jika diberikan dalam jumlah yang seimbang sitokinin dan auksin akan mendorong pembentukann kalus.

Disamping merangsang pembentukann tunas adventif, sitokinin juga merangsang multiplikasi tunas aksilar dan melawan dominasi apikal. Sedangkan auksin merangsang pembentukann akar adventif. Semua perbanyak tunas tersebut dirangsang oleh sitokinin benziladenin (BA) dalam media kultur (1957).

D. Teori Dasar Kultur Jaringan

- 1) **Sel dari suatu organisme multiseluler di mana pun letaknya**, sebenarnya sama dengan sel zigot karena berasal dari satu sel tersebut (Setiap sel berasal dari satu sel).
- 2) **Teori Totipotensi Sel (Total Genetic Potential)**, artinya setiap sel memiliki potensi genetik seperti zigot yaitu mampu memperbanyak diri dan berediferensiasi menjadi tanaman lengkap. Teori ini mempercayai bahwa setiap bagian tanaman dapat berkembang biak.karena seluruh bagian tanaman terdiri atas jaringan – jaringan hidup.

E. Tahapan yang dilakukan dalam perbanyakan tanaman dengan teknik kultur jaringan adalah:

1) Pemilihan dan Penyiapan Tanaman Induk Sumber Eksplan



Gambar 3.1 pemilihan dan penyiapan tanaman induk sumber eksplan

Sebelum melakukan kultur jaringan untuk suatu tanaman, kegiatan yang pertama harus dilakukan adalah memilih bahan induk yang akan diperbanyak. Tanaman tersebut harus jelas jenis, spesies, dan varietasnya serta harus sehat dan bebas dari hama dan penyakit. Tanaman indukan sumber

eksplan tersebut harus dikondisikan dan dipersiapkan secara khusus di rumah kaca atau greenhouse agar eksplan yang akan dikulturkan sehat dan dapat tumbuh baik serta bebas dari sumber kontaminan pada waktu dikulturkan secara in-vitro. Lingkungan tanaman induk yang lebih higienis dan bersih dapat meningkatkan kualitas eksplan. Pemeliharaan rutin yang harus dilakukan meliputi: pemangkasan, pemupukan, dan penyemprotan dengan pestisida (fungisida, bakterisida, dan insektisida), sehingga tunas baru yang tumbuh menjadi lebih sehat dan bersih dari kontaminan. Selain itu pengubahan status fisiologi tanaman induk sumber eksplan kadang-kadang perlu dilakukan seperti memanipulasi parameter cahaya, suhu, dan zat pengatur tumbuh. Manipulasi tersebut bisa dilakukan dengan mengondisikan tanaman induk dengan fotoperiodisitas dan temperatur tertentu untuk mengatasi dormansi serta penambahan ZPT seperti sitokinin untuk merangsang tumbuhnya mata tunas baru dan untuk meningkatkan reaktivitas eksplan pada tahap inisiasi kultur.

2) Inisiasi Kultur

Tujuan utama dari propagasi secara in-vitro tahap ini adalah pembuatan kultur dari eksplan yang bebas mikroorganisme serta inisiasi

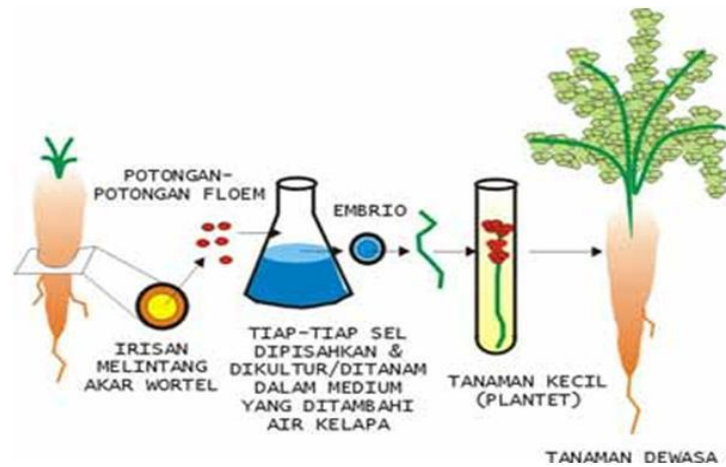
pertumbuhan baru (Wetherell, 1976). ini mengusahakan kultur yang aseptik atau aksenik. Aseptik berarti bebas dari mikroorganisme, sedangkan aksenik berarti bebas dari mikroorganisme yang tidak diinginkan. Dalam tahap ini juga diharapkan bahwa eksplan yang dikulturkan akan menginisiasi pertumbuhan baru, sehingga akan memungkinkan dilakukannya pemilihan bagian tanaman yang tumbuhnya paling kuat, untuk memperbanyak (multiplikasi) pada kultur tahap selanjutnya (Wetherell, 1976).

Masalah yang sering dihadapi pada kultur tahap ini adalah terjadinya pencokelatan atau penghitaman bagian eksplan (browning). Hal ini disebabkan oleh senyawa fenol yang timbul akibat stress mekanik yang timbul akibat pelukaan pada waktu proses isolasi eksplan dari tanaman induk. Senyawa fenol tersebut bersifat toksik, menghambat pertumbuhan atau bahkan dapat mematikan jaringan eksplan.



Gambar 3.2 Inisiasi Kultur

3) Sentrilisasi



Gambar 3.3 Sentrilisasi

Sterilisasi adalah bahwa segala kegiatan dalam kultur jaringan harus dilakukan di tempat yang steril, yaitu di *laminar flow* dan menggunakan alat-alat yang juga steril. Sterilisasi juga dilakukan terhadap peralatan, yaitu menggunakan etanol yang disemprotkan secara merata pada peralatan yang digunakan. Teknisi yang melakukan kultur jaringan juga harus steril.

4) Multiplikasi atau Perbanyakan Propagul



Gambar 3.4 Multiplikasi atau perbanyakan Propagul

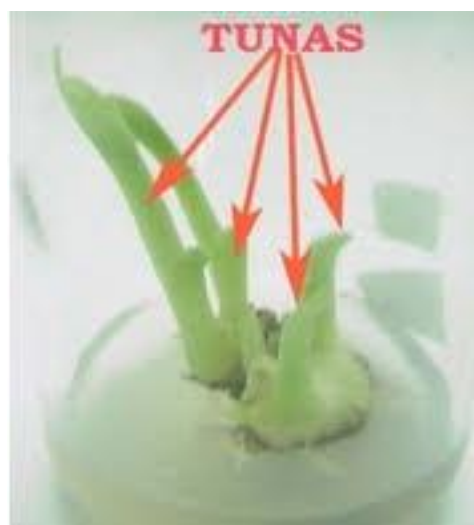
Tahap ini bertujuan untuk menggandakan propagul atau bahan tanaman yang diperbanyak seperti tunas atau embrio, serta memeliharanya dalam keadaan tertentu sehingga sewaktu-waktu bisa dilanjutkan untuk tahap berikutnya. Pada tahap ini, perbanyakan dapat dilakukan dengan cara merangsang terjadinya pertumbuhan tunas cabang dan percabangan aksiler atau merangsang terbentuknya tunas pucuk tanaman secara adventif, baik secara langsung maupun melalui induksi kalus terlebih dahulu. Seperti halnya dalam kultur fase inisiasi, di dalam media harus terkandung mineral, gula, vitamin, dan hormon dengan perbandingan yang dibutuhkan secara tepat (Wetherell, 1976). Hormon yang digunakan untuk merangsang pembentukan tunas tersebut berasal dari golongan sitokinin seperti BAP, 2-iP, kinetin, atau thidiadzuron (TDZ).

Kemampuan memperbanyak diri yang sesungguhnya dari suatu perbanyakan secara in-vitro terletak pada mudah tidaknya suatu materi ditanam ulang selama multiplikasi (Wetherell, 1976). Eksplan yang dalam kondisi bagus dan tidak terkontaminasi dari tahap inisiasi kultur dipindahkan atau disubkulturkan ke media yang mengandung sitokinin. Subkultur dapat dilakukan berulang-ulang kali sampai jumlah tunas yang kita harapkan, namun subkultur yang terlalu banyak dapat menurunkan mutu dari tunas yang dihasilkan, seperti terjadinya penyimpangan genetik (aberasi), menimbulkan suatu gejala ketidak normalan (vitifikasi) dan frekuensi terjadinya tanaman off-type sangat besar.

5) Pemanjangan Tunas, Induksi, dan Perkembangan Akar

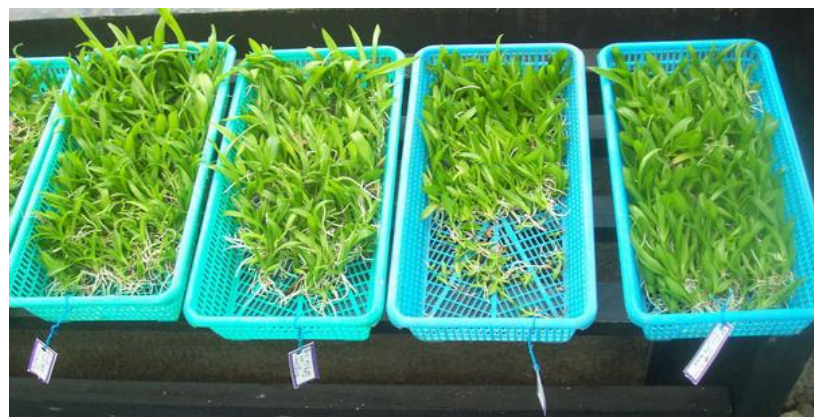
Tujuan dari tahap ini adalah untuk membentuk akar dan pucuk tanaman yang cukup kuat untuk dapat bertahan hidup sampai saat dipindahkan dari lingkungan in-vitro ke lingkungan luar. Dalam tahap ini, kultur tanaman akan memperoleh ketahanannya terhadap pengaruh lingkungan, sehingga siap untuk diaklimatisasikan (Wetherell, 1976). Tunas-tunas yang dihasilkan pada tahap multiplikasi di pindahkan ke media lain untuk pemanjangan tunas. Media untuk pemanjangan tunas mengandung sitokinin sangat rendah atau tanpa sitokinin. Tunas tersebut dapat dipindahkan secara individu atau berkelompok. Pemanjangan tunas

secara berkelompok lebih ekonomis daripada secara individu. Setelah tumbuh cukup panjang, tunas tersebut dapat diakarkan. Pemanjangan tunas dan pengakarannya dapat dilakukan sekaligus atau secara bertahap, yaitu setelah dipanjangkan baru diakarkan. Pengakaran tunas in-vitro dapat dilakukan dengan memindahkan tunas ke media pengakaran yang umumnya memerlukan auksin seperti NAA atau IBA. Keberhasilan tahap ini tergantung pada tingginya mutu tunas yang dihasilkan pada tahap sebelumnya.



Gambar 3.5 Pemanjangan Tunas

6) Aklimatisasi



Gambar 3.6 Aklimatisasi

Dalam proses perbanyakan tanaman secara kultur jaringan, tahap aklimatisasi planlet merupakan salah satu tahap kritis yang sering menjadi kendala dalam produksi bibit secara masal. Pada tahap ini, planlet atau tunas mikro dipindahkan ke lingkungan di luar botol seperti rumah kaca, rumah plastik, atau screen house (rumah kaca kedap serangga). Proses ini disebut aklimatisasi. Aklimatisasi adalah proses pengkondisian planlet atau tunas mikro (jika pengakaran dilakukan secara *ex-vitro*) di lingkungan baru yang aseptik di luar botol, dengan media tanah, atau pakis sehingga planlet dapat bertahan dan terus menjadi bibit yang siap ditanam di lapangan. Prosedur pembiakan dengan kultur jaringan baru bisa dikatakan berhasil jika planlet dapat diaklimatisasi ke kondisi eksternal dengan keberhasilan yang tinggi.

Tahap ini merupakan tahap kritis karena kondisi iklim mikro di rumah kaca, rumah plastik, rumah bibit, dan lapangan sangatlah jauh berbeda dengan kondisi iklim mikro di dalam botol. Kondisi di luar botol bekelembaban nisbi jauh lebih rendah, tidak aseptik, dan tingkat intensitas cahayanya jauh lebih tinggi daripada kondisi dalam botol. Planlet atau tunas mikro lebih bersifat heterotrofik karena sudah terbiasa tumbuh dalam kondisi bekelembaban sangat tinggi, aseptik, serta suplai hara mineral dan sumber energi berkecukupan.

Disamping itu tanaman tersebut memperlihatkan beberapa gejala ketidaknormalan, seperti bersifat sukulen, lapisan kutikula tipis, dan jaringan vaskulernya tidak berkembang sempurna, morfologi daun abnormal dengan tidak berfungsinya stomata sebagai mana mestinya. Struktur mesofil berubah, dan aktifitas fotosintesis sangat rendah. Dengan karakteristik seperti itu, planlet atau tunas mikro mudah menjadi layu atau kering jika dipindahkan ke kondisi eksternal secara tiba-tiba. Karena itu, planlet atau tunas mikro tersebut diadaptasikan ke kondisi lingkungan yang baru yang lebih keras. Dengan kata lain planlet atau tunas mikro perlu diaklimatisasikan.

F. Manfaat Kultur Jaringan

- ♦ Melestarikan sifat tanaman induk
- ♦ Menghasilkan tanaman yang memiliki sifat sama
- ♦ Menghasilkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu yang singkat
- ♦ Dapat menghasilkan tanaman yang bebas virus
- ♦ Dapat dijadikan sarana untuk melestarikan plasma nutfah
- ♦ Untuk menciptakan varietas baru melalui rekayasa genetika. Sel yang telah direkayasa dikembangkan melalui kultur jaringan sehingga menjadi tanaman baru secara lengkap
- ♦ Pelaksanaannya tidak tergantung pada musim.

G. Kelemahan Kultur Jaringan

- ♦ Diperlukan biaya awal yang relatif tinggi
- ♦ Hanya mampu dilakukan oleh orang-orang tertentu, karena memerlukan keahlian khusus
- ♦ Bibit hasil kultur jaringan memerlukan proses aklimatisasi, karena terbiasa dalam kondisi lembap dan aseptik.

H. Keuntungan Kultur Jaringan

- ♦ Pengadaan bibit tidak tergantung musim
- ♦ Bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif lebih cepat (dari satu mata tunas yang sudah respon dalam 1 tahun dapat dihasilkan minimal 10.000 planlet/bibit)
- ♦ Bibit yang dihasilkan seragam
- ♦ Bibit yang dihasilkan bebas penyakit (menggunakan organ tertentu)
- ♦ Biaya pengangkutan bibit relatif lebih murah dan mudah
- ♦ Dalam proses pembibitan bebas dari gangguan hama, penyakit, dan deraan lingkungan lainnya
- ♦ Dapat diperoleh sifat-sifat yang dikehendaki
- ♦ Metabolit sekunder tanaman segera didapat tanpa perlu menunggu tanaman dewasa

I. Macam-Macam Kultur Jaringan

- ♦ Kultur meristem, menggunakan jaringan (akar, batang, daun) yang muda atau meristematik
- ♦ Kultur anter, menggunakan kepala sari sebagai eksplan
- ♦ Kultur embrio, menggunakan embrio. Misalnya pada embrio kelapa kopyor yang sulit dikembangbiakan secara alamiah
- ♦ Kultur protoplas, menggunakan sel jaringan hidup sehingga eksplan tanpa dinding
- ♦ Kultur kloroplas, menggunakan kloroplas. Kultur ini biasanya untuk memperbaiki atau membuat varietas baru
- ♦ Kultur polen, menggunakan serbuk sari sebagai eksplannya.

D. Aktivitas Pembelajaran

- Aktivitas 1 : Menjelaskan proses kultur jaringan tumbuhan (Berfikir Reflektif)
- Aktivitas 2 : Menjelaskan manfaat kultur jaringan tumbuhan bagi manusia (Tugas Individu)

E. Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan 1 : Menjelaskan proses kultur jaringan tumbuhan (Berfikir Reflektif)

Sebelum anda melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan – pertanyaan di bawah ini secara individual. Tuliskan jawaban anda pada LK 3.1 :

LK 3.1

1. Jelaskan keunggulan teknik kultur jaringan dalam pembibitan tanaman !

2. Jelaskan 6 tahapan pada teknik kultur jaringan !



LK 3.2 Tugas Individu !

Carilah informasi dari internet, buku, atau surat kabar tentang berbagai tanaman yang dapat digunakan untuk memperoleh anakan seragaman dalam jumlah besar dan cepat melalui kultur jaringan. Kemudian carilah manfaat tanaman tersebut atau dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang berguna, misalnya makanan. Catatlah proses pembuatan bahan yang berguna tersebut dari mulai masih berbentuk tanaman menjadi bahan jadi ! kumpulkan hasilnya !

Latihan Soal !

1. Sifat totipotensi dari sel tumbuhan yang sangat baik, dapat digunakan dalam teknik
 - a. Fotosintesis
 - b. Transplantasi
 - c. Kultur air
 - d. Kloning
 - e. Kultur jaringan
2. Pemuliaan tanaman untuke mendapatkan bibit unggul dengan cara memindahkan gen tertentu dari suatu species lain dengan perantaraan mikroorganisme dikenal sebagai
 - a. Kultur jaringan
 - b. Rekayasa genetic
 - c. Transplantasi
 - d. Radiasi induksi
 - e. Mutasi buatan

3. Organisme yang mengandung gen dari spesies lain disebut
 - a. Transplantasi
 - b. Transgenic
 - c. Mutasi
 - d. Implementasi
 - e. Vaksinasi
4. Pada tahap persiapan kultur jaringan, digunakan alat yang berfungsi untuk sterilisasi alat dan bahan yang disebut
 - a. Kalus
 - b. Autoklaf
 - c. Aseptis
 - d. Aklimatis
 - e. Metabolit
5. Tahapan penanaman eksplan yang sudah steril ke dalam atau diatas medium buatan pada botol kultur adalah
 - a. Aklimatisasi
 - b. Pemeliharaan
 - c. Persiapan
 - d. Tahap pembentukan
 - e. Inokulasi

F. Rangkuman

1. kultur jaringan merupakan suatu tehnik membiakan sel atau jaringan ke dalam media kultur, sehingga tumbuh, membelah, dan menghasilkan tumbuhan baru dengan cepat dan memiliki sifat yang sama dengan induknya.
2. Prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah perbayakan tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif tanaman menggunakan media buatan yang dilakukan di tempat steril.
3. eksplan, yaitu sel atau irisan jaringan tanaman yang akan menjadi benih tanaman yang baru nanti setelah di kultur jaringan. Faktor eksplan yang perlu diperhatikan adalah genotipe/varietas, umur eksplan, letak pada cabang, dan seks (jantan/betina).

4. Bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai eksplan adalah pucuk muda, batang muda, daun muda, kotiledon, hipokotil, endosperm, ovari muda, anther, embrio.
5. Autonom artinya dapat mengatur aktivitas hidup sendiri, sehingga tumbuhan yang bersifat Autonom akan dapat mengatur aktivitas yg dilakukannya sendiri.
6. Totipotensi artinya kemampuan setiap sel tumbuhan untuk menjadi individu yang sempurna atau untuk beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban di bawah ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar 3 dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : 5) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan Pembelajaran 1

1. Jawaban : C

Pembahasan :

Profase :

- a. apapun jenisnya mitosis, meiosis 1, meiosis 2 cirinya sama yaitu
- b. chromatin memendek menebal jadi kromosom
- c. sentrosom membelah jadi 2 sentriol, yang masing sentriolnya pergi ke kutub (ingat bukan kromosomnya yang ke kutub)
- d. membran inti hilang
- e. anak inti (nukleolus) hilang
- f. kromosom tersusun berantakan (tak teratur/artinya ada di mana mana)
- g. Fase terpanjang dari reproduksi sel sehingga energi diperlukan terbesar

2. Jawaban : D

Pembahasan : Meta (tengah) . Meta sentris = sentromer kromosom tepat ditengah Metafase = kromosom di tengah bidang pembelahan = equator

3. Jawaban : D

4. Jawaban : C

Pembahasan : Ketika kromosom di equator saling berhadapan hadapan pada satu sentromer (metafase), segera akan memisah untuk pergi ke kutub masing masing sehingga (anafase) jika terbentuk 2 sel (telofase) materi genetik ke dua sel tersebut sudah terbentuk.

5. Jawaban : D ,

Pembahasan : Kalau Jawaban C : Amitosis Jawaban A, B, E itu mitosis

6. Jawaban : E.

Pembahasan : Le-Zy-Pa-Di-Di

7. Jawaban : C

Pembahasan : bukan E karena kromatid itu pasti $(4n)$, jadi kromosom $(2n)$, sedangkan E terbentuk kromosom (n) bukan dari kromatid

8. Jawaban : A

9. Jawaban : E

Pembahasan : kromosom memanjang tipis membentuk kromatin dan akhirnya hilang di telofase

10. Jawaban : A

Pembahasan : interfase bukan bagian dari reproduksi sel baik Mitosis / maupun Meiosis, karena interfase itu fase istirahat tidak membelah.

Kegiatan Pembelajaran 2

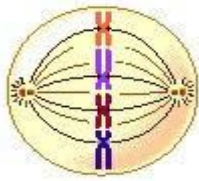
1. E. Pembuatan antibodi monoklon
2. C. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
3. B. Meningkatnya keanekaragaman genetic
4. A. Insulin
5. E. Hibridoma
6. C. Bioteknologi
7. D. *Penicillium Notatum*
8. B. Bioremediasi
9. E. Hibridoma
10. C. Teknologi Hibridoma

Kegiatan Pembelajaran 3

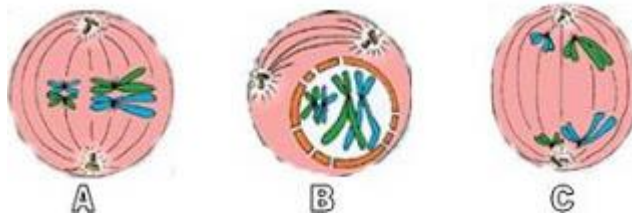
1. Kultur jaringan
2. C. Transplantasi
3. B. Transgenik
4. B. Autoklaf
5. A. Aklimatisasi

Evaluasi

1. Gambar di bawah ini menunjukkan fase ...



- a. Interfase
 - b. Profase
 - c. Anafse
 - d. Metafase
2. Berikut ini adalah gambar pembelahan sel pada hewan secara meiosis
Tahapan yang ditunjukkan pada gambar A-B-C secara berturut-turut adalah ...



- a. Profase I, Metafase I, Anafase I
 - b. Metafase II, Anafase II, Profase II
 - c. Anafase I, Profase II, Metafase II
 - d. Metafase I, Profase I, Anafase I
3. Salah satu cara pemanfaatan bioteknologi dalam bidang kedokteran adalah menyambungkan
- a. DNA bakteri ke dalam pancreas manusia
 - b. Kromosom bakteri ke dalam DNA manusia
 - c. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
 - d. DNA virus ke dalam DNA bakteri

4. Penerapan bioteknologi untuk mendapatkan varietas – varietas unggul akan menjurus pada
 - a. Meningkatnya jenis hama tanaman
 - b. Meningkatnya keanekaragaman genetic
 - c. Meningkatnya keanekaragaman ekologi
 - d. Menurunkan kualitas produk pertanian
5. Peristiwa yang terjadi pada profase dari meiosis I adalah
 - a. Membelahnya sentromer menjadi 2
 - b. Meleburnya dinding inti
 - c. Terbentuknya benang-benang kromatin
 - d. Bergantinya kromatid kea rah kutub
6. Pada fase manakah terjadinya sintesis protein / replikasi DNA
 - a. G1
 - b. S
 - c. G2
 - d. Anafase
7. Pada pembelahan sel mitosis, pemisahan kromatid dari sentromer terjadi pada
 - a. Profase
 - b. Metaphase
 - c. Anaphase
 - d. Telofase
8. Pada tumbuhan berbiji dengan struktur mikrosporangium, hasil proses meiosis berupa
 - a. Sporofit
 - b. Saprofit
 - c. Megaspورا
 - d. Mikrospora
9. Tujuan pembelahan meiosis adalah
 - a. Mengganti sel-sel yang rusak dan usang
 - b. Membentuk sel-sel tubuh organisme
 - c. Pembiakan pada organisme bersel satu
 - d. Menjaga jumlah kromosom selalu tetap tiap generasi

10. Berikut adalah gambaran tentang pembelahan mitosis :

1. Nukleotida tidak dapat lagi dilihat
2. Benang-benang kromatin menebal
3. Terlihat sepasang sentriol
4. Kromatid mengatur diri di bidang pembelahan
5. Kromatid berpisah menuju ke kutub
6. Nukleolus hilang

Yang terjadi pada fase profase adalah nomor

- a. 1-2-3
- b. 2-3-4
- c. 3-4-5
- d. 2-3-6

11. Salah satu cara pemanfaatan bioteknologi dalam bidang kedokteran adalah menyambungkan

- a. DNA bakteri ke dalam pancreas manusia
- b. Kromosom bakteri ke dalam DNA manusia
- c. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
- d. DNA virus ke dalam DNA bakteri

12. Penerapan bioteknologi untuk mendapatkan varietas-varietas unggul akan menjurus pada

- a. Meningkatkan jenis hama tanaman
- b. Menigkatnya keanekaragaman genetic
- c. Meningkatkan keanekaragaman ekologi
- d. Menurunkan kualitas produk pertanian

13. Ilmuwan yang dikenal sebagai bapak bioteknologi adalah

- a. Alexander Flemming
- b. Robert hooke
- c. Robert cock
- d. Louis Pasteur

14. Penerapan teknologi rekayasa genetika pada manusia pertama kali adalah pada penderita
- a. Malaria
 - b. Diabetes
 - c. Asma
 - d. Ginjal
15. Berikut ini bahaya dari bioteknologi, kecuali
- a. Digunakan untuk senjata biologis
 - b. Memunculkan organisme strain jahat
 - c. Menyalahi hukum dan nilai masyarakat
 - d. Menambah keanekaragaman hayati
16. Penemuan yang mengawali babak baru bioteknologi modern adalah
- a. Penemuan obat atau antibiotic
 - b. Penemuan tempe
 - c. Penemuan rekayasa DNA
 - d. Penemuan struktur DNA
17. Teknik bayi tabung dilakukan dengan cara
- a. Pembuahan in vitro dan transfer embrio
 - b. Pembuahan in vivo dan transfer embrio
 - c. Pembuahan in vivo dan transplantasi embrio
 - d. Rekayasa genetika dan transfer embrio
18. Penanduralihan embrio atau penanaman embrio pada proses bayi tabung dilakukan saat
- a. Zigot yang masih satu sel pada hari pertama pembuahan
 - b. Zigot yang sudah membelah menjadi dua sel pada hari kedua setelah pembuahan
 - c. Embrio yang sudah berjumlah empat sel pada hari ketiga setelah pembuahan
 - d. Embrio yang sudah berjumlah delapan sel pada hari ketiga setelah pembuahan

19. Resiko yang dapat di rasakan oleh masyarakat dengan adanya teknologi bayi tabung, *kecuali*
- Mendapatkan bayi tabung kembar dalam sekali proses
 - Mengurangi tingkat kerapuhan perkawinan akibat tidak adanya anak
 - Dapat menggunakan Rahim kontrak
 - Status anak secara hokum membingungkan
 - Adanya kemungkinan telur terbuahi yang terbuang
20. Bioteknologi ilmiah yang dipelopori oleh Louis Pasteur dan Alexander Flemming didasarkan pada penemuan besar, yaitu
- Enzim ragi dan penisilin
 - Aseton dan penisilin
 - Butanol dan enzim ragi
 - Penisilin dan struktur DNA
21. Sifat totipotensi dari sel tumbuhan yang sangat baik, dapat digunakan dalam teknik
- Fotosintesis
 - Transplantasi
 - Kloning
 - Kultur jaringan
22. Pemuliaan tanaman untuk mendapatkan bibit unggul dengan cara memindahkan gen tertentu dari suatu species lain dengan perantaraan mikroorganisme dikenal sebagai
- Kultur jaringan
 - Rekayasa genetic
 - Transplantasi
 - Radiasi induksi
23. Untuk memperoleh antibody monoclonal dalam skala besar yang digunakan untuk pengobatan kanker dapat dilakukan dengan cara
- Totipotensi jaringan
 - Teknologi hibrodoma
 - Teknologi plasmid
 - Transplantasi gen

24. Bioteknologi saat ini mampu menggabungkan dua sel dari jaringan yang berbeda dari organisme yang berbeda serta menyatukannya menjadi satu sel tunggal. Proses bioteknologi ini disebut
- a. Cangkok gen
 - b. Teknologi plasmid
 - c. Teknologi hibridoma
 - d. Teknologi DNA
25. Teknik pada kultur jaringan dilandaskan pada sifat
- a. Deferensiasi
 - b. Regenerasi
 - c. Totipotensi
 - d. Bioremediasi
26. Bioteknologi menerapkan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan rekayasa untuk penanganan dan pengolahan bahan. Prinsip dasar bioteknologi konvensional adalah
- a. Rekayasa genetika dan bantuan mikroorganisme
 - b. Fermentasi dan bantuan mikroorganisme
 - c. Manipulasi DNA dan bantuan mikroba
 - d. Fermentasi dan rekayasa genetika
27. Bioteknologi modern memanfaatkan organisme, baik pada tingkat seluler atau molekul, antara lain kultur jaringan, transgenic, dan cloning. Jika populasi tanaman semusim dikembangkan terus menerus melalui kultur jaringan secara turun temurun, dampak yang terjadi adalah
- a. Sel-sel selalu mengalami perubahan sampai mengalami fase tidak produktif
 - b. Reproduksi menurun karena gen-gen unggul tergeser
 - c. Gen-gen dominan termutasi menjadi gen resesif
 - d. Sel-sel semakin tidak adaptif terhadap lingkungan

28. Pemuliaan tanaman untuk mendapatkan bibit unggul dengan cara memindahkan gen tertentu dari suatu species lain dengan perantaraan mikroorganisme dikenal sebagai
- a. Kultur jaringan
 - b. Rekayasa genetic
 - c. Transplantasi
 - d. Radiasi induksi
29. Pengaruh rekayasa genetic terhadap sumber daya protein hewani adalah
- a. Meningkatnya biaya pemeliharaan hewan
 - b. Menurunkan variasi pada hewan
 - c. Menigkatnya daya tahan hewan terhadap virus
 - d. Meningkatnya populasi hewan
30. Sel-sel yang diperoleh dengan cara peleburan dua tipe sel somatic hasil isolasi dari jaringan yang berada menjadi satu sel tunggal disebut
- a. Zigot
 - b. Sel yang diklon
 - c. Hibridoma
 - d. Sel hasil rekombinasi

Kunci Jawaban Evaluasi

1. D. Metaphase
2. D. Metafase I, Profase I, Anafase I
3. C. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
4. B. Meningkatnya keanekaragaman genetic
5. C. Terbentuknya benang-benang kromatin
6. B. Sintesis
7. C. Anaphase
8. D. Mikrospora
9. D. Menjaga jumlah kromosom selalu tetap tiap generasi
10. D. 2-3-6
11. C. Gen yang memproduksi insulin ke dalam DNA bakteri
12. B. Menigkatnya keanekaragaman genetic
13. D. Louis Pasteur
14. B. Diabetes
15. D. Manambah keanekaragaman hayati
16. C. Rekayasa DNA
17. A. Pembuahan in vitro dan transfer embrio
18. D. Embrio yang sudah berjumlah delapan sel pada hari ketiga setelah pembuahan
19. A. Mendapatkan bayi tabung kembar dalam sekali proses
20. A. Enzim ragi dan penisilin
21. D. Kultur jaringan
22. C. Transplantasi
23. B. Teknologi hibrodoma
24. C. Teknologi hibridoma
25. C. Totipotensi
26. B. Fermentasi dan bantuan mikroorganisme
27. B. Reproduksi menurun karena gen-gen unggul tergeser
28. C. Transplantasi
29. C. Menigkatnya daya tahan hewan terhadap virus
30. C. Hibridoma

Penutup

Penyusunan Modul Biologi Grade 2 bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini disusun sebagai pedoman bagi guru atau semua pihak yang terkait dalam pelaksanaan diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan (GTK). Melalui modul ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam mengikuti diklat PKB.

Dalam Modul Biologi Grade 2 penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami memohon untuk diberikan kritik dan saran dan masukan.

Daftar Pustaka

Ernawati, 2014. *Biologi Bidang Keahlian Kesehatan untuk SMK/MAK Kelas X*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Irianto, Koes. 2006. *Mikrobiologi Jilid 1*. Bandung : Yrama Widya.

Khazanah Pengetahuan Biologi IA. 2004. Surakarta : Tiga Serangkai.

Kistinnah, Idun. 2007. *Biologi Makhluk Hidup dan Lingkungannya SMA/MA Kelas X*. Surakarta: Penerbit CV. Putra Nugraha.

Nurhayati, Nunung. 2014. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Kelas 2*. Bandung : Penerbit Yrama Widya.

Setiawati, Wiwin. 2011. *Biologi 1 SMK Kelas X*. Jakarta : Penerbit Yudhistira.

Soemartono, Sri Sabanni.1978. *Biologi Umum*. Jakarta : Penerbit Djambatan.

Tim Penulis Biologi. 2003. *Biologi SMU Kelas 1*. Bandung : PT Remaja Rosdakrya.

Tjitrosoepomo, Gembong. 1980. *Taksonomi Tumbuhan*. Jakarta : Penerbit Bhatara Karya Aksara.

www.wikipedia.com

www.e-dukasi.net

Glosarium

Aberasi	Mutasi yang terjadi karena perubahan struktur atau kerusakan bentuk kromosom
Abiogenesis	Teori yang menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati
Albino	Hewan atau manusia yang homogenital, tidak mempunyai pigmen kulit
Alela	Bentuk alternative factor keturunan dalam kromosom yang homolog
Amitosis	Pembelahan sederhana tanpa melalui tahap-tahap pembelahan
Anafase	Tahap pembelahan sel dimana kromatid bergerak kearah kutub yang berlawanan
Analogi	Organ yang mempunyai fungsi sama tetapi bentuk dasar dan asalnya berbeda
Apoenzim	Enzim yang tersusun atas protein saja dan bersifat non aktif
Asam absitat	Hormone yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, yaitu dengan jalan mengurangi atau memperlambat kecepatan pembelahan dan pembesaran sel
Auksin	Merupakan senyawa kimia idol asam asetat yang dihasilkan dari sekresi pada titik tumbuh terletak pada ujung tunas (terdiri atas batang dan daun), ujung akar, daun muda, Bungan buah dan cambium
Autokatalitik	Kemampuan replikasi DNA

Autosom	Kromosom yang mengandung gen-gen yang mengatur sifat tubuh
Delesi	Peristiwa pengurangan suatu kromosom akibat sebagian kromosom pindah pada kromosom lain karena adanya patahan
Dominan	Sifat yang muncul pada keturunan
Duplikasi	Peristiwa penambahan dan penggandaan patahan kromosom dari kromosom lain yang sehomolog
Fase G1	Fase pada interfase sebelum sel mengadakan replikasi DNA
Fase S	Fase sintesis yaitu saat DNA bereplikasi
Fenotipe	Bentuk luar sebagai akibat dari pengaruh genotip dengan lingkungan
Filial	Keturunan
G2	Fase pada interfase saat replikasi DNA selesai
Gamet	Beberapa sel yang bersatu dan membentuk sel yang baru
Gametogenesis	Proses pembentkan gamet
Gen	Materi genetic yang berfungsi untuk membawa sifat yang diwariskan kepada keturunannya
Interfase	Fase istirahat dari proses pembelahan
Inversi	Mutasi yang terjadi karena perubahan letak gen akibat terpilinnya kromosom pada saat meiosis sehingga terbentuk kiasma
Kariokinesis	Tahapan sel mengalami pembelahan inti
Kiasma	Pertemuan antara kromosom yang mengalami pindah silang

Kloning	Proses kultur jaringan pada sel hewan
Konvensional	Tradisional artinya dilaksanakan dengan cara dan alat yang masih sangat sederhana
Kromatid	Kromosom yang mengganda menjadi dua
Megasprogenesis	Proses pembentukan ovum pada tumbuhan tinggi
Meiosis	Pembelahan sel pada sel kelamin (pembelahan reduksi)
Metaphase	Tahap pembelahan sel dimana kromosom terletak pada bidang ekuator
Mitosis	Pembelahan sel pada sel tubuh (pembelahan biasa)
Profase	Tahap pembelahan sel awal
Replikasi	Proses pembentukan rantai DNA baru oleh mutasi DNA lama
Resesif	Sifat yang tidak muncul pada keturunan
Sel hibridoma	Sel sebagai hasil dari penggabungan sel limfosit dengan sel kanker
Sentromer	Daerah penyempitan kromosom
Sitokinesis	Pembelahan sitoplasma pada pembelahan sel
Telofase	Tahap pembelahan sel dimana kromosom berada pada kutub pembelahan
Totipotensi	Kemampuan sel atau jaringan untuk menumbuhkan seluruh bagian tubuh secara lengkap
Transgenic	Hasil dari rekayasa genetika (pemindahan gen)
Transisi	Mutasi yang terjadi bila terdapat pergantian basa purin dari satu mutasi DNA dengan purin lainnya atau basa pirimidin dengan pirimidin lainnya

Transkripsi

Pencetakan RNA dari DNA

Transversi

Mutasi gen bila terdapat pergantian basa purin dengan basa pirimidin atau basa pirimidin dengan basa purin

Bagian II

Kompetensi Pedagogik



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Belajar tidak terjadi begitu saja begitu pula halnya dengan kegiatan mengajar. Mengajar tidak akan terjadi jika tidak ada orang yang belajar. Mengajar dan belajar merupakan asas *resiprokal*. Para guru perlu lebih mengetahui dan mengerti mengenai kunci prinsip-prinsip belajar dan bagaimana mengaplikasikannya dalam kelas untuk memastikan bahwa mereka mengajar dan para siswa belajar.

Kebanyakan belajar dan pembelajaran formal berlangsung satu arah. Guru sangat dominan mengendalikan kegiatan belajar siswa. Guru masih banyak memberikan ceramah (*teacher centered*) sementara siswa harus mengikuti perintah guru sebagai pendengar. Namun apa sebenarnya yang terjadi dalam proses pembelajaran, bukankah yang mestinya aktif dalam kegiatan belajar itu adalah peserta didik. Ada banyak alasan mengapa belajar aktif harus diterapkan kapanpun. Salah satunya karena proses belajar terjadi di dalam diri orang yang belajar. Menurut ahli pendidikan, mereka yang belajar sudah memiliki pengetahuan ataupun pengalaman sebelumnya yang dapat dikembangkan. Melalui belajar aktif, para siswa dapat berinteraksi dengan sesamanya, dengan objek, fenomena alam, lingkungan dan manusia serta hal ini memungkinkan mereka untuk merefleksikan, merekayasa ulang dalam upaya mengembangkan pengetahuan dan pengalaman yang telah diperoleh sebelumnya untuk menghasilkan yang lebih baru. Ketika proses ini terjadi, disinilah proses belajar terjadi.

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah sebuah pendekatan yang membantu guru dan siswa memahami apa sebenarnya belajar itu. Peran guru sebagai fasilitator untuk kegiatan belajar siswa. Siswa yang harus aktif mengamati peristiwa yang terjadi, mengajukan pertanyaan, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan apa yang telah siswa lakukan. Hal tersebut akan meningkatkan motivasi siswa ketika mereka memahami apa yang mereka pelajari.

Pendekatan saintifik merupakan sebuah pendekatan yang direkomendasikan oleh Departemen Pendidikan dan kebudayaan sehubungan dengan diberlakukannya kurikulum 2013. Selain itu dikembangkan juga berbagai model pembelajaran yang seirama dengan pendekatan pembelajaran saintifik yaitu model pembelajaran penemuan, model pembelajaran berbasis proyek, dan model pembelajaran berbasis masalah.

Modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam memfasilitasi pencapaian kompetensi dalam pelatihan yang diperlukan guru pada saat melaksanakan kegiatan PKB

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan modul ini, diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan konsep dasar teori belajar
2. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.
3. Menjelaskan konsep dasar pendekatan saintifik
4. Merancang pendekatan saintifik.
5. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran penemuan.
6. Merancang model pembelajaran penemuan.
7. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis proyek.
8. Merancang model pembelajaran berbasis proyek.
9. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis masalah.
10. Merancang model pembelajaran berbasis masalah.

C. Peta Kompetensi



Gambar 1. Peta Kompetensi

D. Ruang Lingkup

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, bahan ajar berbentuk modul ini terbagi dalam tiga (3) kegiatan pembelajaran sebagai berikut:

1. Teori dan prinsip-prinsip belajar.
2. Pendekatan/model pembelajaran
3. Model pembelajaran berbasis penemuan, proyek, berbasis masalah.

E. Cara Penggunaan Modul

Modul ini terdiri dari materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana agar Anda dapat mempelajari secara mandiri. Saran penggunaan modul adalah:

1. Pelajari uraian materi yang berupa paparan fakta/data, konsep, prinsip, dalil, teori, prosedur, keterampilan, hukum dan nilai-nilai.
2. Kerjakan aktivitas pembelajaran untuk memantapkan pengetahuan, keterampilan serta nilai dan sikap yang terkait dengan uraian materi.
3. Isi latihan untuk memfasilitasi anda menganalisis untuk berpikir dan bersikap kritis.
4. Baca ringkasan yang merupakan sari pati dari uraian materi kegiatan pembelajaran untuk memperkuat pencapaian tujuan kegiatan pembelajaran.
5. Tulis umpan balik, rencana pengembangan dan implementasi dari kegiatan belajar pada halaman yang tersedia sebagai tindak lanjut kegiatan pembelajaran.
6. Cocokkan hasil latihan/kasus/tugas pada kunci jawaban untuk mengukur tingkat pemahaman dan keberhasilan anda.
7. Bila sudah mempelajari dan berlatih seluruh kegiatan pembelajaran, isikah evaluasi akhir modul untuk mengukur tingkat penguasaan anda pada keseluruhan modul ini.

Bila Anda kesulitan terhadap istilah/kata-kata/frase yang berhubungan dengan materi pembelajaran, Anda dapat melihat pada daftar glosarium yang tersedia pada modul ini.



Kegiatan Pembelajaran 1



Kegiatan Belajar 1

Teori Belajar, Prinsip-prinsip Belajar

A. Tujuan

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1, diharapkan Anda dapat memahami teori belajar, prinsip-prinsip belajar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Anda dinyatakan telah menguasai kompetensi pada kegiatan pembelajaran ini apabila telah menunjukkan kinerja sebagai berikut:

1. Menjelaskan teori belajar
2. Menjelaskan prinsip-prinsip belajar
3. Menganalisis implikasi prinsip-prinsip belajar dalam proses pembelajaran

C. Uraian Materi

1. Pengertian

Belajar merupakan suatu proses usaha sadar yang dilakukan oleh individu untuk suatu perubahan dari tidak tahu menjadi tahu , dari tidak memiliki sikap menjadi bersikap benar , dari tidak terampil menjadi terampil melakukan sesuatu . Belajar tidak hanya sekedar memetakan pengetahuan atau informasi yang disampaikan, namun bagaimana melibatkan individu secara aktif membuat atau pun merevisi hasil belajar yang diterimanya menjadi suatu pengalaman yang bermanfaat bagi pribadinya.

1. Macam-Macam Teori Belajar

Teori belajar adalah upaya untuk menggambarkan atau menjelaskan secara logis tentang bagaimana orang belajar. Mengingat kompleksnya peristiwa belajar maka munculah berbagai macam teori belajar.

Secara garis besar ada tiga kategori utama atau tiga kerangka filosofis mengenai teori-teori belajar, yaitu teori belajar behaviorisme, teori belajar kognitivisme, dan teori belajar konstruktivisme.

a. Teori belajar Behaviorisme

Teori behavioristik adalah sebuah teori yang dicetuskan oleh Gagne dan Berliner tentang perubahan tingkah laku sebagai hasil dari pengalaman. Teori ini lalu berkembang menjadi aliran psikologi belajar yang berpengaruh terhadap arah pengembangan teori dan praktik pendidikan dan pembelajaran yang dikenal sebagai aliran behavioristik. Aliran ini menekankan pada terbentuknya perilaku yang tampak sebagai hasil belajar.

Teori Behavioristik memandang belajar sebagai proses perubahan dalam tingkah laku sebagai akibat dari interaksi antara stimulus dan respon. Atau dengan kata lain belajar adalah perubahan yang dialami siswa dalam hal kemampuannya untuk bertingkah laku dengan cara yang baru sebagai hasil interaksi antara stimulus dan respon. (Hamzah Uno, 7: 2006).

b. Teori belajar kognitivisme

Teori belajar kognitivisme mulai berkembang pada abad terakhir sebagai protes terhadap teori perilaku yang telah berkembang sebelumnya. Model kognitif ini memiliki perspektif bahwa para peserta didik memproses informasi dan pelajaran melalui upayanya mengorganisir, menyimpan, dan kemudian menemukan hubungan antara pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang telah ada. Model ini menekankan pada bagaimana informasi diproses.

c. Teori belajar Konstruktivisme

Konstruksi berarti bersifat membangun, dalam konteks filsafat pendidikan dapat diartikan Konstruktivisme adalah suatu upaya membangun tata susunan hidup yang berbudaya modern.

Konstruktivisme merupakan landasan berfikir (filosofi) pembelajaran kontekstual yaitu bahwa pengetahuan dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit, yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas dan tidak sekonyong-konyong.

Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, atau kaidah yang siap untuk diambil dan diingat. Manusia harus mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata.

2. Prinsip-Prinsip Belajar dan Implikasinya Bagi Guru

Dalam kegiatan belajar mengajar, seorang guru harus menggunakan teori-teori dan prinsip-prinsip belajar tertentu agar dapat membimbing aktivitasnya dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Prinsip-prinsip belajar yang relatif berlaku umum adalah hal-hal yang berkaitan dengan antara lain :

a. Perhatian dan motivasi

Perhatian terhadap pelajaran akan timbul pada siswa apabila bahan pelajaran itu dirasakan sebagai sesuatu yang dibutuhkan, diperlukan untuk belajar lebih lanjut atau diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Motivasi adalah tenaga yang digunakan untuk menggerakkan dan mengarahkan aktivitas seseorang. Menurut H.L. Petri, *"motivation is the concept we use when we describe the force action on or within an organism to initiate and direct behavior"*.

Implikasinya:

Implikasi prinsip perhatian bagi guru tampak pada perilaku-perilaku sebagai berikut:

- Guru menggunakan metode secara bervariasi
- Guru menggunakan media sesuai dengan tujuan belajar dan materi yang diajarkan
- Guru menggunakan gaya bahasa yang tidak monoton
- Guru mengemukakan pertanyaan-pertanyaan membimbing (*direction question*)

Sedangkan implikasi prinsip motivasi bagi guru tampak pada perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- Memilih bahan ajar sesuai minat siswa
- Menggunakan metode dan teknik mengajar yang disukai siswa
- Mengoreksi sesegera mungkin pekerjaan siswa dan sesegera mungkin memberitahukan hasilnya kepada siswa
- Memberikan pujian verbal atau non verbal terhadap siswa yang memberikan respons terhadap pertanyaan yang diberikan

b. Keaktifan

Belajar tidak dapat dipaksakan oleh orang lain dan juga tidak dapat dilimpahkan kepada orang lain. Belajar hanya mungkin terjadi apabila anak aktif mengalaminya sendiri. John Dewey mengemukakan bahwa belajar adalah menyangkut apa yang harus dikerjakan siswa untuk dirinya sendiri, maka inisiatif harus datang sendiri. Guru sekedar pembimbing dan pengarah.

Implikasinya:

Untuk dapat menimbulkan keaktifan belajar pada diri siswa, maka guru di antaranya dapat melaksanakan perilaku-perilaku berikut:

- Menggunakan multimetode dan multimedia
- Memberikan tugas secara individual dan kelompok
- Memberikan kesempatan pada siswa melaksanakan eksperimen dalam kelompok kecil (beranggota tidak lebih dari 3 orang)
- Memberikan tugas untuk membaca bahan belajar, mencatat hal-hal yang kurang jelas
- Mengadakan tanya jawab dan diskusi

c. Keterlibatan langsung/berpengalaman

Menurut Edgar Dale, dalam penggolongan pengalaman belajar yang dituangkan dalam kerucut pengalamannya, mengemukakan bahwa belajar yang paling baik adalah belajar dari pengalaman langsung. Belajar secara langsung dalam hal ini tidak sekedar mengamati

secara langsung melainkan harus menghayati, terlibat langsung dalam perbuatan, dan bertanggung jawab terhadap hasilnya. Belajar harus dilakukan siswa secara aktif, baik individual maupun kelompok dengan cara memecahkan masalah (*problem solving*).

Implikasinya

Perilaku guru sebagai implikasi prinsip keterlibatan langsung/berpengalaman diantaranya adalah:

- Merancang kegiatan pembelajaran yang lebih banyak pada pembelajaran individual dan kelompok kecil
- Mementingkan eksperimen langsung oleh siswa dibandingkan dengan demonstrasi
- Menggunakan media yang langsung digunakan oleh siswa
- Memberikan tugas kepada siswa untuk mempraktekkan gerakan psikomotorik yang dicontohkan
- Melibatkan siswa mencari informasi/pesan dari sumber informasi di luar kelas atau luar sekolah
- Melibatkan siswa dalam merangkum atau menyimpulkan informasi pesan pembelajaran

d. Pengulangan

Menurut teori psikologi daya, belajar adalah melatih daya-daya yang ada pada manusia yang terdiri atas mengamati, menanggapi, mengingat, mengkhayal, merasakan, berpikir, dan sebagainya. Dengan mengadakan pengulangan maka daya-daya tersebut akan berkembang.

Implikasinya

Perilaku guru yang merupakan implikasi prinsip pengulangan di antaranya:

- Merancang pelaksanaan pengulangan
- Mengembangkan/merumuskan soal-soal latihan
- Mengembangkan petunjuk kegiatan psikomotorik yang harus diulang
- Mengembangkan alat evaluasi kegiatan pengulangan
- Membuat kegiatan pengulangan yang bervariasi

e. Tantangan

Tantangan yang dihadapi dalam bahan belajar membuat siswa bergairah untuk mengatasinya. Bahan belajar yang baru, yang banyak mengandung masalah yang perlu dipecahkan membuat siswa tertantang untuk mempelajarinya.

Implikasinya

Perilaku guru yang merupakan implikasi prinsip tantangan diantaranya adalah:

- Merancang dan mengelola kegiatan eksperimen yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukannya secara individual atau dalam kelompok kecil (3-4 orang)
- Memberikan tugas pada siswa memecahkan masalah yang membutuhkan informasi dari orang lain di luar sekolah sebagai sumber informasi
- Menugaskan kepada siswa untuk menyimpulkan isi pelajaran yang selesai disajikan
- Mengembangkan bahan pembelajaran (teks, hand out, modul, dan yang lain) yang memperhatikan kebutuhan siswa untuk mendapatkan tantangan di dalamnya, sehingga tidak harus semua pesan pembelajaran disajikan secara detail tanpa memberikan kesempatan siswa mencari dari sumber lain.
- Membimbing siswa untuk menemukan fakta, konsep, prinsip, dan generalisasi sendiri
- Guru merancang dan mengelola kegiatan diskusi untuk menyelenggarakan masalah-masalah yang disajikan dalam topik diskusi

f. Balikan dan penguatan

Prinsip belajar yang berkaitan dengan balikan dan penguatan terutama ditekankan oleh teori belajar *Operant Conditioning* dari B.F. Skinner. Kalau pada teori conditioning yang diberi kondisi adalah stimulusnya, maka pada operant conditioning yang diperkuat adalah responnya. Kunci dari teori belajar ini adalah *law of effect* Thorndike.

Siswa belajar sungguh-sungguh dan mendapatkan nilai yang baik dalam ulangan. Nilai yang baik itu mendorong anak untuk belajar lebih

giat lagi. Nilai yang baik dapat merupakan *Operant Conditioning* atau penguatan positif. Sebaliknya, anak yang mendapat nilai yang jelek pada waktu ulangan akan merasa takut tidak naik kelas. Hal ini juga bisa mendorong anak untuk belajar lebih giat. Inilah yang disebut penguatan negatif atau *Escape Conditioning*.

Implikasinya :

Implikasi prinsip balikan dan penguatan bagi guru, berwujud perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- Memberitahukan jawaban yang benar setiap kali mengajukan pertanyaan yang telah dijawab siswa secara benar ataupun salah
- Mengoreksi pembahasan pekerjaan rumah yang diberikan kepada siswa pada waktu yang telah ditentukan
- Memberikan catatan-catatan pada hasil kerja siswa (berupa makalah, laporan, klipping pekerjaan rumah) berdasarkan hasil koreksi guru terhadap hasil kerja pembelajaran
- Membagikan lembar jawaban tes pelajaran yang telah dikoreksi oleh guru, disertai skor dan catatan-catatan bagi pebelajar
- Mengumumkan atau mengkonfirmasi peringkat yang diraih setiap siswa berdasarkan skor yang dicapai dalam tes
- Memberikan anggukan atau acungan jempol atau isyarat lain kepada siswa yang menjawab dengan benar pertanyaan yang disajikan guru.
- Memberikan hadiah/ganjaran kepada siswa yang berhasil menyelesaikan tugas

g. Perbedaan individu

Siswa merupakan individual yang unik, artinya tidak ada dua orang siswa yang sama persis, tiap siswa memiliki perbedaan satu dengan yang lainnya. Perbedaan belajar ini berpengaruh pada cara dan hasil belajar siswa. Sistem pendidikan klasikal yang dilakukan di sekolah kita kurang memperhatikan masalah perbedaan individual, umumnya pelaksanaan pembelajaran di kelas dengan melihat siswa sebagai

individu dengan kemampuan rata-rata, kebiasaan yang kurang lebih sama, demikian pula dengan pengetahuannya.

Implikasinya:

Implikasi prinsip perbedaan individual bagi guru berwujud perilaku-perilaku yang diantaranya adalah:

- Menentukan penggunaan berbagai metode yang diharapkan dapat melayani kebutuhan siswa sesuai karakteristiknya
- Merancang pemanfaatan berbagai media dalam menyajikan pesan pembelajaran
- Mengenali karakteristik setiap siswa sehingga dapat menentukan perlakuan pembelajaran yang tepat bagi siswa yang bersangkutan
- Memberikan remediasi ataupun pertanyaan kepada siswa yang membutuhkan

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas 1

Petunjuk!

- a. Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang.
- b. Anda diminta untuk mendiskusikan 3 teori belajar
- c. Hasil diskusi kelompok dipaparkan di depan kelas.

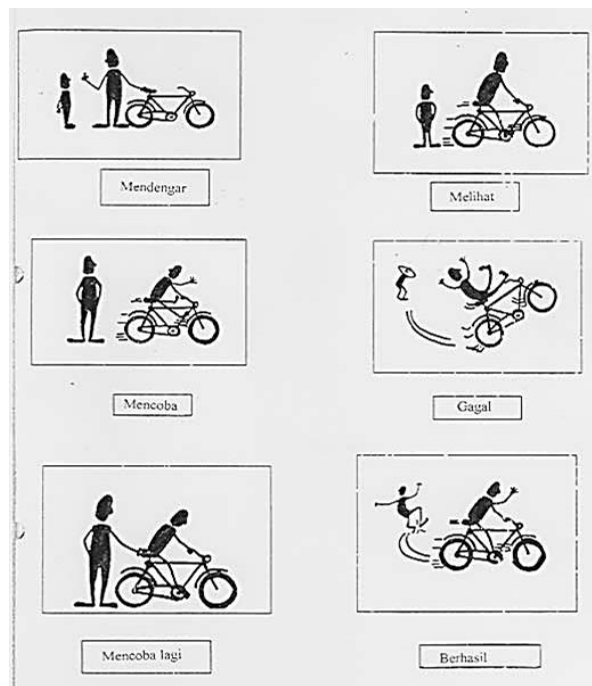
2. Aktivitas 2

Petunjuk!

- a. Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- b. Anda diminta untuk mengkaji prinsip-prinsip belajar
- c. Diskusikan penerapan prinsip-prinsip tersebut dalam proses belajar mengajar.
- d. Presentasikan/paparkan hasil diskusi di depan kelas!

E. Latihan dan Tugas

Uraikan tahapan belajar pada gambar di bawah ini ! bagaimana peran guru dan peran siswa dalam tahapan belajar. Siapakah yang seharusnya aktif dalam kegiatan belajar.



Gambar 2. Tahapan Belajar

F. Rangkuman

- Belajar dan mengajar merupakan kegiatan yang saling berhubungan. Kegiatan mengajar tidak mungkin terjadi tanpa ada orang yang belajar. Oleh karena itu dalam kegiatan mengajar guru perlu memahami bagaimana proses yang terjadi pada diri orang yang belajar.
- Penjelasan tentang bagaimana proses belajar melahirkan berbagai teori belajar. Ada tiga teori belajar yang menjelaskan tentang peristiwa belajar yaitu teori belajar behaviorisme, kognitivisme, dan konstruktivisme.
- Belajar merupakan proses perubahan tingkah laku pada setiap individu yang belajar. Perubahan tersebut berupa perubahan pengetahuan, sikap, maupun keterampilan.
- Prinsip-prinsip belajar yang berlaku umum adalah : 1. Perhatian dan motivasi, 2. Keaktifan, 3. Keterlibatan langsung, 4. Pengulangan, 5. Tantangan, 6. Balikan dan penguatan, 7. Perbedaan individual.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi lembar umpan balik dan tindak lanjut di bawah ini berdasarkan materi pelatihan yang Anda sudah pelajari.

1. Hal-hal apa saja yang sudah saya pahami terkait dengan materi pelatihan ini ?

.....

.....

.....

.....

2. Apa saja yang telah saya lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi pelatihan ini?

.....

.....

.....

.....

3. Manfaat apa saja yang saya peroleh dari materi pelatihan ini untuk menunjang keberhasilan tugas pokok dan fungsi sebagai guru SMK?

.....

.....

.....

.....

4. Langkah-langkah apa saja yang perlu ditempuh untuk menerapkan materi pelatihan ini dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran pada mata pelajaran yang saya ampu?

.....

.....

.....

.....



Kegiatan Pembelajaran 2



Kegiatan Belajar 2

Pendekatan/Model Pembelajaran

A. Tujuan

Setelah mempelajari dan menyelesaikan tugas pada kegiatan pembelajaran ini Anda mampu:

1. Merancang pendekatan pembelajaran saintifik sesuai mata pelajaran/paket keahlian yang diampu.
2. Merancang model pembelajaran penemuan
3. Merancang model pembelajaran berbasis proyek
4. Merancang model pembelajaran berbasis masalah

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Anda dinyatakan telah menguasai kompetensi pada kegiatan pembelajaran ini apabila telah menunjukkan kinerja sebagai berikut:

1. Menjelaskan konsep pendekatan saintifik
2. Merancang pembelajaran saintifik.
3. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran penemuan.
4. Merancang model pembelajaran penemuan.
5. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis proyek.
6. Merancang model pembelajaran berbasis proyek.
7. Menjelaskan konsep dasar model pembelajaran berbasis masalah.
8. Merancang model pembelajaran berbasis masalah.

C. Uraian Materi

1. Konsep Dasar Pendekatan Saintifik

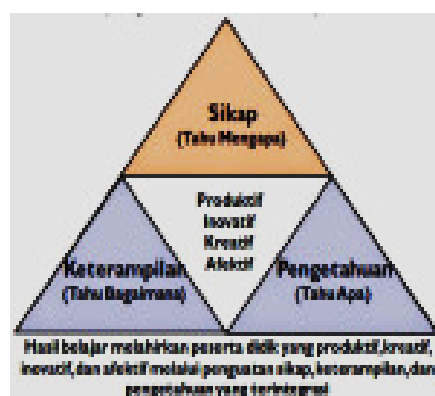
a. Pengertian.

Pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik secara aktif mengonstruksikan konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk

mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”.

Untuk dapat disebut ilmiah, metode pencarian (*method of inquiry*) harus berbasis pada bukti-bukti dari objek yang dapat diobservasi, empiris, dan terukur dengan prinsip-prinsip penalaran yang spesifik. Metode ilmiah pada umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis.

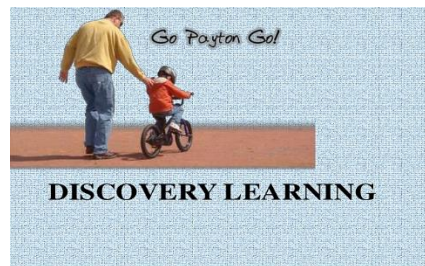
Dalam proses pembelajaran harus menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik, ranah sikap mencakup transformasi substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu mengapa”. Ranah keterampilan mencakup substansi atau materi ajar agar anak didik “tahu bagaimana”. Sedangkan ranah pengetahuan mencakup transformasi substansi atau materi ajar anak didik “tahu apa”. Ketiga ranah tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Keterkaitan Sikap, Pengetahuan, Keterampilan

Jika dilihat dari beberapa teori belajar yang ada pendekatan saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky.

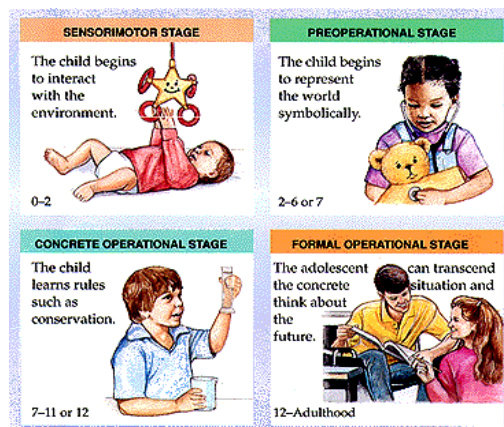
- Teori belajar Bruner disebut juga teori belajar penemuan. Ada empat hal pokok berkaitan dengan teori belajar Bruner (dalam Carin & Sund, 1975). *Pertama*, individu hanya belajar dan mengembangkan pikirannya apabila ia menggunakan pikirannya. *Kedua*, dengan melakukan proses-proses kognitif dalam proses penemuan, siswa akan memperoleh sensasi dan kepuasan intelektual yang merupakan suatu penghargaan intrinsik.



Gambar 4. Pembelajaran Penemuan

Ketiga, satu-satunya cara agar seseorang dapat mempelajari teknik-teknik dalam melakukan penemuan adalah ia memiliki kesempatan untuk melakukan penemuan. *Keempat*, dengan melakukan penemuan maka akan memperkuat retensi ingatan. Empat hal di atas adalah bersesuaian dengan proses kognitif yang diperlukan dalam pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik.

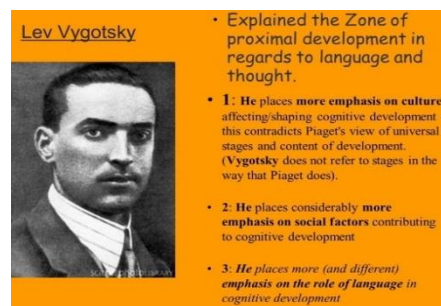
- Teori Piaget, menyatakan bahwa belajar berkaitan dengan pembentukan dan perkembangan skema (jamak skemata).



Gambar 5. Perkembangan Berpikir Anak

Skema adalah suatu struktur mental atau struktur kognitif yang dengannya seseorang secara intelektual beradaptasi dan mengkoordinasi lingkungan sekitarnya (Baldwin, 1967). Skema tidak pernah berhenti berubah, skemata seorang anak akan berkembang menjadi skemata orang dewasa. Proses yang menyebabkan terjadinya perubahan skemata disebut dengan adaptasi. Proses terbentuknya adaptasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses kognitif yang dengannya seseorang mengintegrasikan stimulus yang dapat berupa persepsi, konsep, hukum, prinsip ataupun pengalaman baru ke dalam skema yang sudah ada didalam pikirannya. Akomodasi dapat berupa pembentukan skema baru yang dapat cocok dengan ciri-ciri rangsangan yang ada atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan ciri-ciri stimulus yang ada. Dalam pembelajaran diperlukan adanya penyeimbangan atau ekuilibrisasi antara asimilasi dan akomodasi.

- Vygotsky, dalam teorinya menyatakan bahwa pembelajaran terjadi apabila peserta didik bekerja atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuan atau tugas itu berada dalam *zone of proximal development* daerah terletak antara tingkat perkembangan anak saat ini yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu. (Nur dan Wikandari, 2000:4).



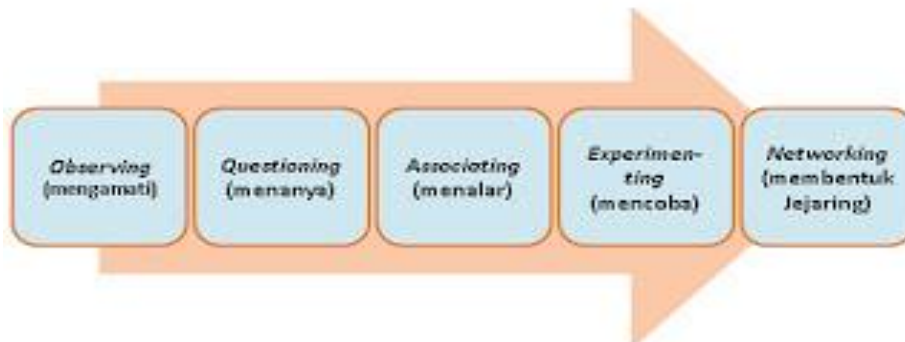
Gambar 6. Perkembangan Bahasa dan Berpikir

b. Prinsip-prinsip pembelajaran pendekatan saintifik

Permendikbud No.103 tahun 2014 mencantumkan beberapa prinsip pendekatan saintifik dalam kegiatan pembelajaran yaitu :

- Peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
- Peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar;
- Proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah;
- Pembelajaran berbasis kompetensi;
- Pembelajaran terpadu;
- Pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multi dimensi;
- Pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif;
- Peningkatan keseimbangan, kesinambungan, dan keterkaitan antara *hard-skills* dan *soft-skills*;
- Pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
- Pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (*ing ngarso sung tulodo*), membangun kemauan (*ing madyo mangun karso*), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (*tut wuri handayani*);
- Pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan di masyarakat;
- Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran;
- pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik; dan
- Suasana belajar menyenangkan dan menantang.

c. Langkah-langkah umum pembelajaran pendekatan saintifik



Gambar 7. Langkah-langkah Pendekatan Saintifik

Langkah-langkah pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik harus diperhatikan oleh guru. Pertama perlu diingat bahwa tidak semua materi harus dipaksakan menggunakan pendekatan saintifik secara lengkap. Semua disesuaikan dengan materi pelajaran yang akan diajarkan. Sebelum penerapan pembelajaran saintifik, alangkah baiknya guru menyiapkan anak didik secara psikis maupun fisik. Unsur persiapan memerankan hal yang penting untuk keberhasilan tujuan pembelajaran. Guru harus menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai dan menyampaikan garis besar cakupan materi dan penjelasan tentang kegiatan yang akan dilakukan oleh anak didik. Ada lima langkah pengalaman belajar yang harus dilakukan siswa dalam pendekatan saintifik, yaitu :

- **Mengamati (observasi)**

Tahap pertama proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik yang dilakukan oleh peserta didik adalah mengamati. Pengamatan bisa melalui kegiatan melihat, menyimak, mendengar dan membaca. Guru memfasilitasi anak didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan hal yang penting dari suatu objek.

Lingkungan sekitar merupakan laboratorium nyata bagi anak didik.

- **Menanya**

Setelah peserta didik mengamati, guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya. Tahap kedua adalah menanya perlu dipahami yang bertanya disini bukanlah guru melainkan peserta didik. Guru harus benar-benar membuka kesempatan kepada semua anak didik untuk bertanya. Dalam hal ini adalah melatih keaktifan peserta didik. Selain itu juga untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dan rasa ingin tahu dari peserta didik.

Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan: pertanyaan tentang hasil pengamatan objek yang konkrit sampai kepada yang abstrak berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau pun hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan yang bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik.

- **Mengumpulkan Informasi**

Kegiatan “mengumpulkan informasi” merupakan tindak lanjut dari bertanya. Kegiatan ini dilakukan dengan menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Untuk itu peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi. Dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, aktivitas mengumpulkan informasi dilakukan melalui eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengamati objek/kejadian/aktivitas wawancara dengan nara sumber dan sebagainya.

- **Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi/Menalar**

Kegiatan “mengasosiasi/ mengolah informasi/ menalar” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah memproses

informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan. Kegiatan ini dilakukan untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi tersebut.

- **Mengomunikasikan**

Pada pendekatan *scientific* guru diharapkan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengomunikasikan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut disampaikan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut. Kegiatan “mengomunikasikan” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya.

d. Rancangan Penerapan Pendekatan Saintifik Dalam Pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu *kegiatan pendahuluan*, *kegiatan inti*, dan *kegiatan penutup*.

Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan, disarankan guru menunjukkan fenomena atau kejadian “aneh” atau “ganjil” (discrepant event) yang dapat menggugah timbulnya pertanyaan pada diri siswa.

Contoh kegiatan pendahuluan :

Guru mengingatkan kembali tentang konsep-konsep yang telah dipelajari oleh siswa yang berhubungan dengan materi baru yang akan dibelajarkan. Sebagai contoh dalam mapel IPA, guru menanyakan konsep tentang larutan dan komponennya sebelum pembelajaran materi asam-basa.

Kegiatan Inti

Kegiatan inti dalam metode saintifik ditujukan untuk terkonstruksinya konsep, hukum atau prinsip oleh peserta didik dengan bantuan dari guru melalui langkah-langkah kegiatan yang diberikan di muka.

Contoh Kegiatan Inti:

- **Mengamati:**
Dalam mapel IPA, guru meminta siswa untuk mengamati suatu fenomenon. Sebagai contoh dalam mapel IPA guru meminta siswa untuk mengamati sifat larutan yang diperoleh dari ekstrak buah belimbing atau tomat. Fenomena yang diberikan dapat juga dalam bentuk video.
- **Menanya:**
Dalam mapel IPA, siswa mengajukan pertanyaan tentang suatu fenomenon. Sebagai contoh siswa mempertanyakan “Mengapa larutan ekstrak buah belimbing atau tomat memiliki rasa manis dan asin”.
- **Menalar untuk mengajukan hipotesis:**
Sebagai contoh, dalam mapel IPA siswa mengajukan pendapat bahwa rasa manis dan masam pada larutan ekstrak buah belimbing atau tomat disebabkan oleh adanya

zat yang memiliki rasa manis dan zat yang memiliki rasa asam. Pendapat siswa ini merupakan suatu hipotesis.

- Mengumpulkan data:
Dalam mapel IPA, siswa mengumpulkan data atau guru memberikan data tentang komponen-komponen yang terdapat dalam larutan ekstrak buah belimbing atau buah tomat.
- Menganalisis data:
Siswa menganalisis data yang diberikan oleh guru. Analisis data dalam IPS, misalnya siswa diajak untuk membaca buku siswa halaman 2-6 tentang konsep ruang, waktu, konektivitas, dan interaksi sosial. Konsep-konsep ini dihubungkan dengan informasi atau data awal, pertanyaan dan hipotesis, serta data yang terkumpul.
- Menarik kesimpulan
Dalam mapel IPA, siswa menarik kesimpulan berdasar hasil analisis yang mereka lakukan. Sebagai contoh siswa menyimpulkan bahwa rasa manis pada larutan ekstrak buah belimbing atau buah tomat disebabkan oleh adanya gula, sedangkan rasa masam disebabkan oleh adanya asam. Contoh bentuk kesimpulan yang ditarik dalam IPS misalnya hujan di Bogor menyebabkan banjir di Jakarta menunjukkan adanya keterkaitan antarruang dan waktu.
- Mengomunikasikan:
Pada langkah ini, siswa dapat menyampaikan hasil kerjanya secara lisan maupun tertulis, misalnya melalui presentasi kelompok, diskusi, dan tanya jawab.

Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup ditujukan untuk dua hal pokok. *Pertama*, validasi terhadap konsep, hukum atau prinsip yang telah dikonstruksi oleh siswa. *Kedua*, pengayaan materi pelajaran yang dikuasai siswa.

Contoh Kegiatan Penutup:

- Dalam mapel IPA maupun mapel lain, guru dapat meminta siswa untuk meningkatkan pemahamannya tentang konsep, prinsip atau teori yang telah dipelajari dari buku-buku pelajaran yang relevan atau sumber informasi lainnya. Contoh dalam mapel IPA di atas juga dapat digunakan dalam mapel IPS.

2. Model Pembelajaran Penemuan

a. Konsep Dasar

Perancang pembelajaran penemuan (*discovery learning*) adalah Jerome Bruner. Bruner berpendapat bahwa “*Discovery Learning can be defined as the learning that takes place when the student is not presented with subject matter in the final form, but rather is required to organize it him self*” (Lefancois dalam Emetembun, 1986:103).

Dari pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa pembelajaran penemuan (*discovery learning*) adalah proses pembelajaran yang terjadi bila pelajar tidak disajikan dengan pelajaran dalam bentuk finalnya, tetapi diharapkan mengorganisasi sendiri.

Discovery dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind* (Robert B. Sund dalam Malik, 2001:219).

b. Langkah-langkah Operasional Implementasi dalam Proses Pembelajaran

Menurut Syah (2004:244) dalam mengaplikasikan strategi *discovery learning* di kelas, ada beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum sebagai berikut:

1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan)

Pertama-tama pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk

tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Disamping itu guru dapat memulai kegiatan PBM dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan.

2) ***Problem statement (pernyataan/ identifikasi masalah)***

Setelah dilakukan *stimulation* langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah 2004:244). Memberikan kesempatan peserta didik untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi, merupakan teknik yang berguna dalam membangun peserta didik agar mereka terbiasa untuk menemukan suatu masalah.

3) ***Data collection (pengumpulan data).***

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004:244). Pada tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan demikian anak didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah peserta didik belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja peserta didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

4) **Data processing (pengolahan data)**

Menurut Syah (2004:244) pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan, dan semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu (Djamarah, 2002:22). Data processing disebut juga dengan pengkodean coding/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis

5) **Verification (pembuktian)**

Pada tahap ini peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data *processing* (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

6) **Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)**

Tahap generalisasi/menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan peserta didik harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

3. **Pembelajaran Berbasis Proyek**

a. Pengertian

Pembelajaran berbasis proyek (*PBP*) merupakan strategi pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Penekanan pembelajaran terletak pada aktivitas peserta didik untuk memecahkan masalah dengan menerapkan keterampilan meneliti, menganalisis, membuat, sampai dengan mempresentasikan produk pembelajaran berdasarkan pengalaman nyata. Strategi ini memperkenalkan peserta didik untuk bekerja secara mandiri maupun berkelompok dalam mengkonstruksikan produk otentik yang bersumber dari masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

b. Prinsip-prinsip pembelajaran berbasis proyek (PBP)

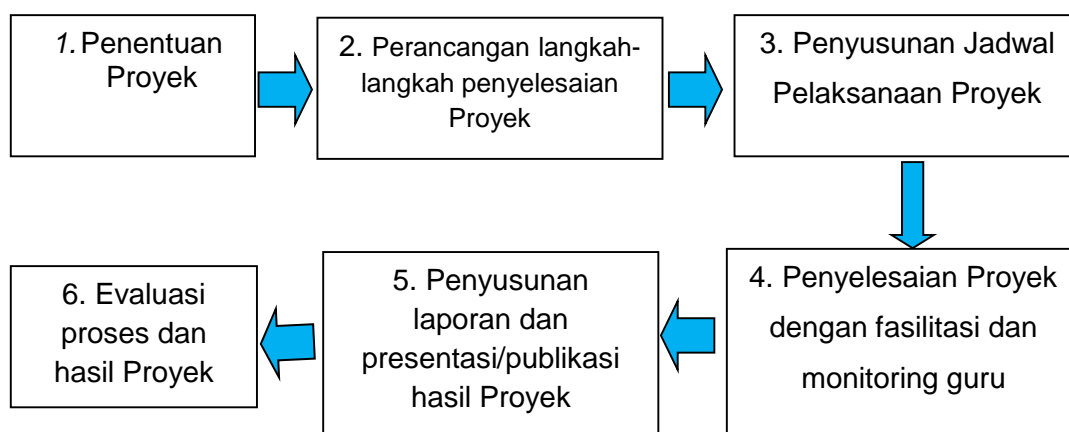
Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa sarana pembelajaran untuk mencapai kompetensi dalam PBP menggunakan tugas proyek sebagai strategi pembelajaran. Para peserta didik bekerja secara nyata, memecahkan persoalan di dunia nyata yang dapat menghasilkan solusi berupa produk atau hasil karya secara nyata atau realistik. Prinsip yang mendasari pembelajaran berbasis proyek adalah:

- 1) Pembelajaran berpusat pada peserta didik yang melibatkan tugas-tugas pada kehidupan nyata untuk memperkaya pembelajaran.
- 2) Tugas proyek menekankan pada kegiatan penelitian berdasarkan suatu tema atau topik yang telah ditentukan dalam pembelajaran.
- 3) Penyelidikan atau eksperimen dilakukan secara otentik dan menghasilkan produk nyata yang telah dianalisis dan dikembangkan berdasarkan tema/topik yang disusun dalam bentuk produk (laporan atau hasil karya). Produk, laporan atau hasil karya tersebut selanjutnya dikomunikasikan untuk mendapat tanggapan dan umpan balik untuk perbaikan proyek berikutnya.

c. Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek

Dalam PBP, peserta didik diberikan tugas dengan mengembangkan tema/topik dalam pembelajaran dengan melakukan kegiatan proyek yang realistik. Di samping itu, penerapan pembelajaran berbasis proyek ini mendorong tumbuhnya kreativitas, kemandirian, tanggung jawab, kepercayaan diri, serta berpikir kritis dan analitis pada peserta didik.

Secara umum, langkah-langkah Pembelajaran berbasis proyek (PBP) dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 8. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Proyek

Diadaptasi dari Keser & Karagoca (2010)

4. Model pembelajaran berbasis masalah

a. Pengertian

Pembelajaran berbasis masalah adalah suatu kegiatan pembelajaran yang berpusat pada masalah. Istilah berpusat berarti menjadi tema, unit, atau isi sebagai focus utama belajar (Mustaji, dalam h.35). Menurut Resnick dan Gleser dalam Gredler (1991), masalah dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana seseorang melakukan tugasnya yang tidak diketahui sebelumnya. Masalah pada umumnya timbul karena adanya kesenjangan antara kondisi nyata dengan kondisi yang seharusnya.

Sebagai model pembelajaran, pembelajaran berbasis masalah dapat diartikan sebagai suatu kegiatan pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru.

b. Prinsip Dasar

Adapun prinsip-prinsip yang mendasari penggunaan model pembelajaran berbasis masalah antara lain :

- 1) Pembelajaran berangkat dari adanya masalah (soal, pertanyaan, dsb) yang perlu diselesaikan.
- 2) Masalah yang dihadapi akan merangsang siswa untuk mencari solusinya; siswa mencari/membentuk pengetahuan baru untuk menyelesaikan masalah.

c. Langkah-langkah

Pembelajaran Berbasis Masalah diawali dengan aktivitas, proses tersebut dilakukan dalam tahapan-tahapan atau sintaks pembelajaran yang disajikan pada Tabel berikut.

Tahap	Aktivitas Guru dan Peserta didik
Tahap 1 Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan sarana atau logistik yang dibutuhkan. Guru memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah nyata yang dipilih atau ditentukan
Tahap 2 Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasi tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang sudah diorientasikan pada tahap sebelumnya.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun	Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dan melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan kejelasan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah.

Tahap	Aktivitas Guru dan Peserta didik
kelompok	
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu peserta didik untuk berbagi tugas dan merencanakan atau menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang dilakukan

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji konsep dasar pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, dan pembelajaran berbasis masalah.
- Diskusikan penerapan prinsip-prinsip tersebut dalam proses belajar mengajar.
- Hasil diskusi ditulis pada lembar kerja 3 (LK 3) kemudian dipresentasikan di depan kelas.

Aktivitas 2

Petunjuk!

- Secara berkelompok, diskusikan permasalahan yang paling penting untuk segera ditemukan solusinya dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah

- b. Hasil diskusi kelompok ditulis pada LK 4.

Aktivitas 3.

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan pendekatan/model yang dipilih (saintifik, model pembelajaran penemuan, Proyek, dan berbasis masalah)
- Laporkan hasil pelaksanaan pembelajaran yang dituangkan dalam LK 5.

E. Latihan dan Tugas

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu huruf: a, b, c, atau d yang mewakili jawaban yang paling tepat pada lembar jawaban yang telah disediakan.

- Pembelajaran yang menekankan pada pendekatan keilmuan, dan berdasarkan data fakta serta kajian empirik, merupakan pembelajaran yang menerapkan
 - Pendekatan Saintifik
 - Strategi *Discovery Learning*
 - Strategi *Project Based Learning*
 - Strategi *Problem Based Learning*
- Pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah yang tidak terstruktur (*ill-structured*) dan bersifat terbuka dalam menyelesaikan masalah untuk meningkatkan berpikir kritis, merupakan strategi pembelajaran
 - Saintifik
 - Problem Based Learning*
 - Project Based Learning*
 - Discovery Learning*
- Pada saat guru bertanya, pada saat itu pula dia membimbing atau memandu peserta didiknya belajar dengan baik. Ketika guru menjawab pertanyaan peserta didiknya, ketika itu pula dia mendorong asuhannya itu untuk menjadi penyimak dan pembelajar yang baik. Pernyataan tersebut merupakan salah satu kegiatan pendekatan saintifik, yaitu pada langkah

- a. mengamati
 - b. menanya
 - c. mengasosiasi
 - d. mengumpulkan informasi
4. Peserta didik mempraktekkan gerakan bayang-bayang tubuh manusia pada saat kena sinar matahari. Kegiatan tersebut merupakan salah satu langkah dalam penerapan pendekatan saintifik
- a. mengamati
 - b. mengasosiasi
 - c. mengkomunikasikan
 - d. mengumpulkan informasi
5. Proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi, merupakan
- a. Spesifikasi
 - b. Generalisasi
 - c. Optimalisasi
 - d. Standarisasi
6. Keuntungan Pembelajaran Berbasis Proyek adalah
- a. Ada kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok
 - b. Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan
 - c. Ketika topik yang diberikan kepada masing-masing kelompok berbeda, dikhawatirkan peserta didik tidak bisa memahami topik secara keseluruhan
 - d. Meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk belajar, mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu untuk dihargai
7. Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) sangat diperlukan dalam pembelajaran dewasa ini karena
- a. PBM berbeda dengan pembelajaran konvensional yang menjadikan masalah nyata sebagai penerapan konsep-konsep ilmiah

- b. peserta didik perlu mendapatkan konsep-konsep faktual dalam menyelesaikan masalah sehingga dapat menemukan strategi pemecahan masalah baru
- c. PBM menjadikan masalah nyata sebagai pemicu bagi proses belajar siswa untuk mengidentifikasi informasi dan strategi yang relevan menyelesaikan masalah
- d. peserta didik dapat memperoleh atau membangun pengetahuan tertentu dan sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan menyelesaikan masalah

F. Rangkuman

- Pembelajaran dengan penerapan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan.
- Kegiatan pembelajaran meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu *kegiatan pendahuluan*, *kegiatan inti*, dan *kegiatan penutup*. Kegiatan pendahuluan bertujuan untuk menciptakan suasana awal pembelajaran yang efektif yang memungkinkan siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Kegiatan inti merupakan kegiatan utama dalam proses pembelajaran atau dalam proses penguasaan pengalaman belajar (*learning experience*) siswa. Kegiatan penutup ditujukan untuk dua hal pokok. *Pertama*, validasi terhadap konsep, hukum atau prinsip yang telah dikonstruksi oleh siswa. *Kedua*, pengayaan materi pelajaran yang dikuasai siswa
- *Discovery* terjadi bila individu terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan dan *inferi*.

- Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa. Dalam pembelajaran berbasis proyek, peserta didik diberi kesempatan yang seluas-luasnya mengelola proses pembelajarannya mulai dari mengidentifikasi masalah, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, sampai kepada menghasilkan produk atau hasil karya lain untuk memecahkan masalah yang dihadapi.
- Pembelajaran berbasis masalah (PBM) adalah suatu strategi pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi Peserta didik untuk belajar tentang cara berfikir kritis dan ketrampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Mohon untuk mengisi lembar umpan balik dan tindak lanjut di bawah ini berdasarkan materi pelatihan yang Anda sudah pelajari.

1. Hal-hal apa saja yang sudah saya pahami terkait dengan materi pelatihan ini ?

.....

.....

.....

.....

2. Apa saja yang telah saya lakukan yang ada hubungannya dengan materi kegiatan ini tetapi belum ditulis pada materi pelatihan ini?

.....

.....

.....

.....

3. Manfaat apa saja yang saya peroleh dari materi pelatihan ini untuk menunjang keberhasilan tugas pokok dan fungsi sebagai guru SMK?

.....

.....

.....
.....

4. Langkah-langkah apa saja yang perlu ditempuh untuk menerapkan materi pelatihan ini dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran pada mata pelajaran yang saya ampu?

.....
.....
.....
.....

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan Pembelajaran 1

Peran guru di kelas semestinya serupa dengan orang dewasa yang ada dalam gambar. Peran mereka harus berubah dari aktif ke lebih pasif. Di awal pelajaran, guru harus menjelaskan dan mencontohkan keterampilan yang akan dipelajari oleh para siswa. Mereka memberikan pengetahuan mengenai keterampilan tersebut dan bagaimana menerapkannya. Seiring berlanjutnya pelajaran, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam melatih keterampilannya sendiri. Guru mengawasi para siswa bekerja dan memberikan *feedback*. Guru perlu menerima bahwa berbuat kesalahan adalah hal yang lumrah dan merupakan bagian penting dari proses belajar. Peran siswa dalam kelas seharusnya sama dengan anak yang ada dalam gambar yang sedang belajar mengendarai sepeda. Mulanya, siswa cenderung pasif. Mereka mendengarkan dan mengamati guru. Ketika pelajaran berlanjut, siswa lah yang seharusnya menjadi aktif. Mereka mengambil kesempatan untuk berlatih dan menerapkan pengetahuan yang mereka terima di awal pelajaran.

Kegiatan Pembelajaran 2

1. A
2. D
3. C
4. C
5. B
6. B
7. B

Penutup

Modul Teori belajar dan Penerapan Pendekatan Pembelajaran membahas kompetensi inti pedagogik kedua, yaitu membahas berbagai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran, pendekatan pembelajaran saintifik, berbagai model pembelajaran yaitu ; model pembelajaran penemuan, model pembelajaran berbasis proyek, model pembelajaran berbasis masalah. Materi-materi tersebut dijelaskan lebih rinci dalam lima (5) kegiatan belajar.

Teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran perlu dipahami oleh setiap guru mengingat mengajar tidak akan terlepas dari orang yang belajar. Hasil belajar siswa akan meningkat apabila guru memahami prinsip-prinsip belajar dan menerapkan implikasi dari prinsip-prinsip tersebut pada proses belajar mengajar.

Pendekatan saintifik merupakan kerangka ilmiah pembelajaran yang diusung oleh Kurikulum 2013. Langkah-langkah pada pendekatan saintifik merupakan bentuk adaptasi dari langkah-langkah ilmiah pada sains. Langkah-langkah pembelajaran saintifik adalah mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan. Langkah-langkah pembelajaran berpendekatan saintifik harus dapat dipadukan secara sinkron dengan langkah-langkah kerja (*syntax*) model pembelajaran.

Semoga modul ini bermanfaat bagi guru, terutama untuk meningkatkan kompetensi pedagogik di dalam melaksanakan pembelajaran yang mendidik.

Evaluasi

1. Mengapa penting bagi guru untuk memahami apa dan bagaimana belajar itu berlangsung ?
2. Jelaskan perbedaan yang mendasar dari ketiga (3) teori belajar (Behaviorisme, Kognitivisme, Konstruktivisme).
3. Jelaskan 3 prinsip belajar yang bersifat umum serta implikasinya bagi tindakan guru dalam mengajar?
4. Apa esensi pendekatan saintifik dalam pembelajaran?
5. Apakah yang dimaksud soft skill dan hard skill/
6. Jelaskan lima (5) langkah kegiatan yang harus dialami siswa ketika guru menerapkan pendekatan saintifik?
7. Apakah karakteristik model pembelajaran penemuan?
8. Jelaskan 6 langkah prosedur aplikasi pendekatan pembelajaran penemuan?
9. Apa yang menjadi penekanan pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran berbasis proyek?
10. Jelaskan enam (6) langkah pembelajaran berbasis proyek?
11. Jelaskan dua (2) prinsip dasar penerapan pembelajaran berbasis masalah?
12. Jelaskan lima(5) tahapan penerapan pembelajaran berbasis masalah?

Glosarium

Pendekatan pembelajaran : Merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran, yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum. Dilihat dari pendekatan, terdapat dua jenis pendekatan, yaitu: (1) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada peserta didik (*student centered approach*) dan (2) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada pendidik (*teacher centered approach*).

Strategi pembelajaran : Strategi pembelajaran merupakan kegiatan terencana dengan mempertimbangkan dan memanfaatkan berbagai sumber daya (termasuk kondisi peserta didik, waktu, media dan sumber belajar lainnya) untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya. Prinsip umum pemilihan dan penggunaan strategi pembelajaran adalah bahwa tidak semua strategi pembelajaran cocok digunakan untuk mencapai semua tujuan dan semua keadaan.

Ada empat prinsip utama penggunaan strategi pembelajaran, yakni; (1) berorientasi pada tujuan, (2) aktivitas, (3) individualitas, dan (4) integritas.

Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah (SPBM) : SPBM merupakan strategi pembelajaran yang mengikuti pola Top-down. SPBM yang demikian ini merupakan implementasi dari teori belajar konstruktivisme. Penerapan pembelajaran adalah memecahkan masalah keseharian (authentic)

sehingga anak sudah dibiasakan dengan situasi nyata sehari-hari.

Strategi SPBM juga dikenal dengan berbagai nama seperti Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based –Learning*), Pendidikan Berdasarkan Pengalaman (*Experienced Based education*), Belajar Autentik (*Autentic learning*), dan Pembelajaran Berakar pada Kehidupan Nyata (*Anchored instruction*).

Teknik pembelajaran : Dapat diartikan sebagai cara yang dilakukan seseorang dalam mengimplementasikan suatu metode secara spesifik. Misalkan, penggunaan metode ceramah pada kelas dengan jumlah peserta didik yang relatif banyak membutuhkan teknik tersendiri, yang tentunya secara teknis akan berbeda dengan penggunaan metode ceramah pada kelas yang jumlah peserta didiknya terbatas.

Taktik pembelajaran : Merupakan gaya seseorang dalam melaksanakan metode atau teknik pembelajaran tertentu yang sifatnya individual. Misalkan, terdapat dua orang sama-sama menggunakan metode ceramah, tetapi mungkin akan sangat berbeda dalam taktik yang digunakannya. Dalam penyajiannya, yang satu cenderung banyak diselingi dengan humor karena memang dia memiliki *sense of humor* yang tinggi, sementara yang satunya lagi kurang memiliki *sense of humor*, tetapi lebih banyak menggunakan alat bantu elektronik karena dia memang sangat menguasai bidang itu. Setiap pendidik mempunyai gaya yang unik sesuai dengan kemampuan, pengalaman dan tipe kepribadian dari pendidik yang bersangkutan.

Daftar Pustaka

- Barrows, H.S. 1996. "Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview" Dalam *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and Practice* (hal 3-12). San Francisco: Jossey-Bass.
- Carin, A.A. & Sund, R.B. 1975. *Teaching Science through Discovery*, 3rd Ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Carin, A.A. 1993. Teaching Science Through Discovery. (7th. ed.) New York: Maxwell Macmillan International.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem_Based Learning In the Classroom*. Alexandria, Virginia USA: ASCD.
- Nur, M. 1998. *Teori-teori Perkembangan*. Surabaya: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Nur, M. & Wikandari, P.R. 2000. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya University Press.
- Nur, M. 2011. *Pembelajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: PSMS Unesa.
- Nur, M. & Wikandari, P.R. 2000. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya University Press.
- Nur, M. 1998. *Teori-teori Perkembangan*. Surabaya: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Sutherland, P. 1992. *Cognitive Development Today: Piaget and his Critics*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.

Lampiran

Lembar Kerja 1.

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang.
- Anda diminta untuk mendiskusikan 3 teori belajar
- Hasil diskusi kelompok dituliskan pada lembar kerja (LK.1) dan dipaparkan di depan kelas.

NO	TEORI	DESKRIPSI
1.	Behaviorisme	...............
2.	Kognitivisme	...............
3.	Konstruktivisme	...............

Lembar Kerja 2

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji prinsip-prinsip belajar dan bagaimana implikasinya terhadap peran yang harus dilakukan guru

- c. Hasil kajian ditulis pada LK 2 kemudian presentasikan/paparkan hasil diskusi di depan kelas!

No	Prinsip Belajar	Peran guru
1.	Perhatian & Motivasi	...............
2.	Keaktifan	...............
3.	Keterlibatan langsung	...............
4.	Pengulangan	...............
5.	Perbedaan individu	...............

Lembar Kerja 3

Petunjuk!

- Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- Anda diminta untuk mengkaji konsep dasar pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, dan pembelajaran berbasis masalah.
- Diskusikan penerapan prinsip-prinsip tersebut dalam proses belajar mengajar.
- Hasil diskusi ditulis pada lembar jawaban 3 (LK 3) kemudian dipresentasikan di depan kelas.

NO	Pendekatan/Model Pembelajaran	DESKRIPSI
1.	Saintifik	...............
2.	Penemuan	...............
3.	Proyek	...............
4.	Berbasis Masalah	..........

Lembar Kerja 4

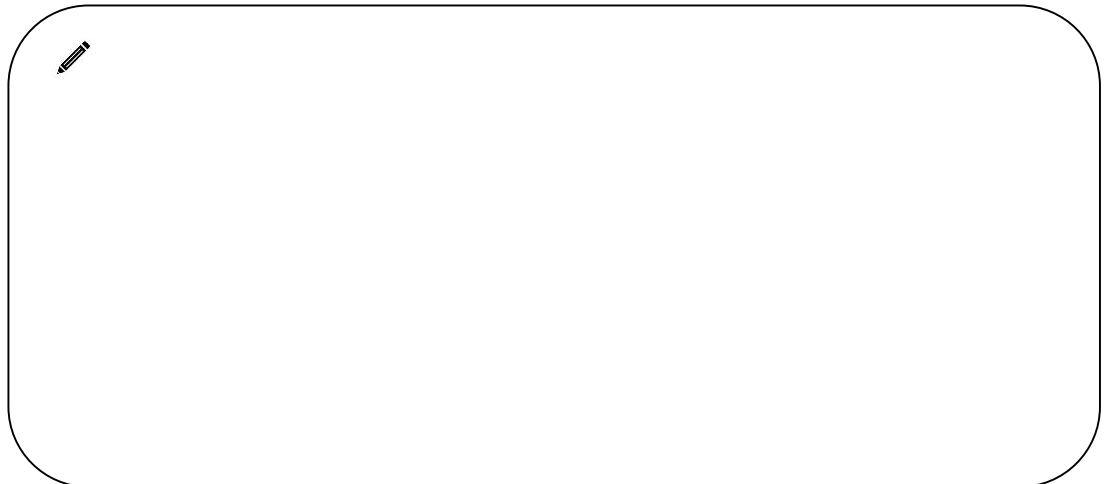
PERMASALAHAN PENERAPAN PENDEKATAN/MODEL PEMBELAJARAN

Petunjuk



1. Secara berkelompok, tuliskan contoh keberhasilan Saudara dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah.



2. Secara berkelompok, tuliskan contoh kesulitan yang dialami Saudara dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah.



3. Secara berkelompok, pilihlah permasalahan yang paling penting untuk segera ditemukan solusinya dalam menerapkan pendekatan saintifik, model pembelajaran penemuan, proyek, berbasis masalah

NO.	PERMASALAHAN	SOLUSI HASIL DISKUSI
		

Lembar Kerja 5.

Petunjuk!

- a. Buat kelompok yang terdiri dari 3 – 5 orang
- b. Anda diminta untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan pendekatan/model yang dipilih (saintifik, model pembelajaran penemuan, Proyek, dan berbasis masalah)
- c. Laporkan hasil pelaksanaan pembelajaran yang dituangkan dalam LK 5.



DIREKTORAT JENDERAL
GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015